



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Κατεύθυνση: “Διοίκηση Έργων και Ανάπτυξη προϊόντων”

Διπλωματική εργασία με θέμα:

“Περιβαλλοντική Αξιολόγηση Μπαταρίας Ιόντων-Λιθίου με Χρήση του Ecodesign Pilot”

Μιχαλολιάκου Σταυρούλα

Επιβλέποντες καθηγητές: Καραλέκας Δημήτριος

Χατζηνταή Νικολέττα

Αθήνα

Ιούλιος 2021

Copyright © Σταυρούλα Μιχαλολιάκου, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η αναδιατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσεως, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι μπαταρίες ιόντων-λιθίου αποτελούν τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες μπαταρίες παγκοσμίως, τόσο για το εύρος των ηλεκτρονικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όσο και για τη δυνατότητα αποθήκευσης μεγάλης ποσότητας ενέργειας. Καθώς η αγορά επιλέγει προϊόντα από υλικά φιλικά προς το περιβάλλον, κρίνεται απαραίτητη η αξιολόγηση προϊόντων όπως οι μπαταρίες σε σχέση ή ανάλογα με την περιβαλλοντική τους κατάσταση. Πιο συγκεκριμένα, η μπαταρία ιόντων-λιθίου αποτελεί προϊόν με μικρό ποσοστό χρήσης υλικών, αλλά με χαμηλά επίπεδα ανακύκλωσης. Αυτό προκαλεί ιδιαίτερη εντύπωση και ωθεί να διερευνηθεί περαιτέρω το εάν η μπαταρία πληροί τα περιβαλλοντικά κριτήρια σε επιθυμητό επίπεδο, σύμφωνα με τις αρχές του οικολογικού σχεδιασμού.

Η παραπάνω διερεύνηση πραγματοποιείται με τη βοήθεια του εργαλείου Ecodesign Pilot, ενός εργαλείου που αξιολογεί τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος από την αρχή μέχρι το τέλος.

Μέσα από την παρούσα διπλωματική εξετάζεται όχι μόνο το εάν η μπαταρία πληροί τα περιβαλλοντικά κριτήρια που θέτει το εργαλείο, αλλά και οι αδυναμίες του εργαλείου, για τις οποίες προτείνονται βελτιώσεις. Για την έρευνα αξιοποιήθηκαν δεδομένα, τα οποία συγκεντρώθηκαν κατά κύριο λόγο από το διαδίκτυο και από επιστημονικές μελέτες για τους τύπους των μπαταριών και τον περιβαλλοντικό τους αντίκτυπο.

ABSTRACT

Lithium-ion batteries are the fastest growing batteries in the world, both in terms of the range of electronics that can be used and the ability to store a large amount of energy. It is necessary to evaluate products such as batteries in terms of their environmental status. More specifically, the lithium-ion battery is a product with a lower rate of use of materials, but with low levels of recycling. This battery meets the environmental criteria to the desired level, based on the principles of ecological design.

The above investigation is performed with the help of the Ecodesign Pilot tool, a tool that evaluates the life cycle of a product from beginning to end.

This dissertation will highlight not only whether the battery meets the environmental criteria set by the tool, but also weaknesses of the tool, for which improvements will be suggested. The data used in the research were collected mainly from the internet and from comparative studies on battery types and their environmental impact.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους ανθρώπους των οποίων η συμβολή έπαιξε καθοριστικό ρόλο για την ολοκλήρωσή της.

Αρχικά, ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή Δημήτριο Καραλέκα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξ' αρχής ως προς την επιλογή του συγκεκριμένου θέματος, την πολύτιμη καθοδήγησή του, την υπομονή του και το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος.

Επιπλέον, ευχαριστώ την επίκουρη καθηγήτρια Νικολέττα Χατζηνταή της οποίας η συγκινητική καθοδήγηση από την αρχή της εκπόνησης της διπλωματικής, οδήγησε στην τελική επίβλεψη της διπλωματικής.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένεια μου και το στενό μου φιλικό περιβάλλον, για την συνεχή στήριξη σε κάθε βήμα και επιλογή της ζωής μου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	10
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	10
1.2 ΑΡΧΕΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	11
1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	12
2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ	15
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΖ	15
2.2 ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ	16
2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΑΚΖ	16
2.4 ΣΤΑΔΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΚΖ	18
2.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΚΖ	21
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ECODESIGN PILOT	23
3.1 ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ECODESIGN PILOT	23
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ECODESIGN PILOT ASSISTANT	28
3.3 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΛΙΣΤΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	29
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΙ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ ΙΟΝΤΩΝ ΛΙΘΙΟΥ	32
4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	32
4.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ ΙΟΝΤΩΝ-ΛΙΘΙΟΥ	33
5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ECODESIGN PILOT	35
5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	35
5.2 ΧΡΗΣΗ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ	36
5.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	40
5.4 ΔΙΑΝΟΜΗ	42
5.5 ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	44
5.6 ΤΕΛΟΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ ΙΟΝΤΩΝ-ΛΙΘΙΟΥ	44
6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ - ΛΙΣΤΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	47
6.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	47
6.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΩΣΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	49
6.3 ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	54
6.4 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	60
7^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1 LIFE CYCLE ASSESSMENT/ΠΗΓΗ INNOVATIONSERVICES.PHILIPS.COM	19
ΕΙΚΟΝΑ 2 LCA PRIMER/ΠΗΓΗ GHGENIUS.CA	20
ΕΙΚΟΝΑ 3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΟΥ ECO-DESIGN	23
ΕΙΚΟΝΑ 4 INTRODUCTION OF ECODESIGN PILOT BY VIENNA TU,INSTITUTE FOR ENGINEERING DESIGN	25
ΕΙΚΟΝΑ 5 ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ΙΟΝΤΩΝ-ΛΙΘΙΟΥ.....	33
ΕΙΚΟΝΑ 6 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΜΙΑΣ ΚΟΙΝΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ΙΟΝΤΩΝ-ΛΙΘΙΟΥ.....	36
ΕΙΚΟΝΑ 7 ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ ΙΟΝΤΩΝ-ΛΙΘΙΟΥ	46

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σχέση μεταξύ αειφόρου ανάπτυξης και κλιματικής αλλαγής, είναι μία σχέση αμφίδρομη. Από την μία πλευρά η επίδραση του ανθρώπου προς το περιβάλλον μεγεθύνει τις κλιματικές αλλαγές και από την άλλη πλευρά, η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη φύση και τις ανθρώπινες συνθήκες διαβίωσης. Αν λάβει κανείς υπόψιν ότι ο ενεργειακός τομέας αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς που προκαλούν ρυπογόνους παράγοντες στο περιβάλλον, η στροφή προς τη σχεδίαση και ανάπτυξη προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον αποτελεί μονόδρομο. Σε μία κοινωνία που βάλλεται από την παγκόσμια οικολογική κρίση με τα διάφορα φαινόμενα να διαταράσσουν την ισορροπία του πλανήτη, έρχεται ο οικολογικός σχεδιασμός προϊόντων για να δώσει άμεση λύση στο πρόβλημα. Άλλωστε, ένα προϊόν έχει κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε ολόκληρη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι το τέλος ζωής ενός προϊόντος, προκύπτουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις βλαβερές τόσο για το περιβάλλον, όσο και για τον ίδιο τον άνθρωπο.

Για να αποφευχθούν οι επιπτώσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως και να επιτευχθούν επαρκείς βελτιώσεις, πρέπει να αξιολογηθεί και να βελτιστοποιηθεί ολόκληρος ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος, καθώς και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Καθώς πρόκειται για σύνθετη διαδικασία, χρησιμοποιούνται λογισμικά που έχουν εφευρεθεί από Πανεπιστήμια και εταιρείες με άμεση σύνδεση στην σύγχρονη αγορά. Τα λογισμικά αυτά διαφέρουν ανάλογα με τις δυνατότητες που προσφέρουν. Παραδείγματος χάριν, υπάρχουν λογισμικά τα οποία περιλαμβάνουν την βάση δεδομένων των υλικών πάνω στην οποία επιλέγονται τα υλικά βάσει περιβαλλοντικού αντικτύπου για την ανάπτυξη ενός προϊόντος, όπως είναι το Edupack. Ακόμη, υπάρχουν λογισμικά τα οποία παράλληλα με την σχεδίαση παρακολουθούν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο, όπως είναι το Solidworks Sustainability και λογισμικά που μελετούν ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος και προτείνουν στρατηγικές βελτίωσης, όπως είναι το Ecodesign Pilot.

Στην παρούσα εργασία, μελετάται ο κύκλος ζωής των μπαταριών αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου με τη βοήθεια του εργαλείου Ecodesign Pilot. Η συγκεκριμένη μπαταρία είναι αυτή με την σημαντικότερη εξέλιξη -τη δεδομένη χρονική στιγμή- στην αγορά. Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, και είναι φτιαγμένη ώστε να αποθηκεύει το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας. Το βασικό της μειονέκτημα, είναι το μικρό ποσοστό ανακύκλωσης των υλικών της.

Η ανάλυση του κύκλου ζωής της μπαταρίας στο εργαλείο Ecodesign Pilot γίνεται σε δύο στάδια: στο 1^ο στάδιο, που περιλαμβάνει τον Βοηθό(Assistant), εισάγονται δεδομένα που αφορούν τον κύκλο ζωής της μπαταρίας, στο 2^ο στάδιο που περιλαμβάνει τον Πλοηγό(Pilot) και τις Λίστες Ελέγχου(Checklists), αξιολογούνται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το 1^ο στάδιο και διερευνώνται προτάσεις μελλοντικής βελτιστοποίησης της μπαταρίας. Οι Λίστες Ελέγχου που περιλαμβάνονται στο συγκεκριμένο εργαλείο, βασίζονται στις στρατηγικές του Οικολογικού Σχεδιασμού, και έχουν σαν στόχο να αναγνωριστούν τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν από τον κύκλο ζωής του προϊόντος, να βρεθούν οι κατάλληλες λύσεις και να οριστεί το πλάνο υλοποίησής τους.

Πιο συγκεκριμένα, στο 1ο κεφάλαιο περιλαμβάνεται η σημασία του Οικολογικού Σχεδιασμού για την σύγχρονη αγορά και πώς επηρεάζει την κοινωνία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο που ακολουθεί, γίνεται λόγος για την ανάλυση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος και αναλύεται η άμεση σύνδεσή της με την βιώσιμη ανάπτυξη.

Έπειτα, στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην μεθοδολογία του εργαλείου, καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του σε ένα προϊόν.

Στα κεφάλαια τέσσερα έως και έξι μελετάται ολόκληρος ο κύκλος ζωής της μπαταρίας ιόντων – λιθίου με τη βοήθεια του Ecodesign Pilot και προτείνονται εναλλακτικές λύσεις για την βελτίωση αυτού.

Τέλος, μέσα από την παραπάνω εφαρμογή προκύπτουν συμπεράσματα αναφορικά με την μπαταρία που χρησιμοποιήθηκε και την εφαρμογή του εργαλείου, καταλήγοντας στην εξαγωγή προτάσεων που μπορούν να τεθούν μελλοντικά σε εφαρμογή.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

1.1 Εισαγωγικές έννοιες

Ο Οικολογικός Σχεδιασμός ή Πράσινος Σχεδιασμός είναι ο περιβαλλοντικός προβληματισμός που ενσωματώνεται στη διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης προϊόντων, με βασικό στόχο τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που προκαλούνται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής. Στο σημείο αυτό, να αναφέρουμε πώς ο οικολογικός σχεδιασμός λαμβάνει υπόψιν του ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος και όχι κάθε στάδιο ξεχωριστά. Πρωτίστως, ο στόχος του οικολογικού σχεδιασμού είναι η άμεση μείωση των αρνητικών επιπτώσεων που μπορεί να προκληθούν από ένα προϊόν σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο.

Η πρώτη εμφάνιση της έννοιας του οικολογικού σχεδιασμού πραγματοποιήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970, όπου ο Αμερικανός-Αυστριακός σχεδιαστής Victor Papanek, έδωσε μία πρωτοποριακή για την εποχή ματιά στην αλληλένδετη σχέση μεταξύ απόδοσης κέρδους από ένα προϊόν και υψηλής περιβαλλοντικής απόδοσης σε ένα προϊόν. Φτάνοντας στη δεκαετία του 1990, κάνουν την πρώτη εμφάνισή τους βιβλία που αφορούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αποκορύφωμα των προσπαθειών αυτών, αποτελεί το 1997 η έκδοση ενός οδηγού εφαρμογής αρχών σχεδιασμού γύρω από το περιβάλλον, από τους Han Brezet και Carolien Van Hemel. Το όνομα αυτού του ιδίου ήταν Ecodesign (Οικολογικός Σχεδιασμός). Το πρόθεμα “Eco” στον αγγλικό όρο του οικολογικού σχεδιασμού (Ecodesign) αναπτύχθηκε το 1998 από τον John Button. Θα έλεγε κανείς, πώς ο οικολογικός σχεδιασμός αποτελεί βασική ευθύνη των ανθρώπων, που συνδέεται άμεσα με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα που προκύπτει. Έκτοτε, έχουν κάνει την εμφάνισή τους μία σειρά οδηγών -συγγραμμάτων που αφορούν τον Οικολογικό Σχεδιασμό και την άρρηκτη σχέση του με τη Βιώσιμη Ανάπτυξη¹, μέσω κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από τα στάδια του κύκλου ζωής των προϊόντων.

¹ Βιώσιμη ανάπτυξη : η αναπτυξιακή πολιτική που βασίζεται σε συγκεκριμένα οικονομικά μοντέλα με απώτερο σκοπό την περιβαλλοντική ισορροπία και τη βιωσιμότητα .

1.2 Αρχές Οικολογικού Σχεδιασμού

Γενικά , ο Οικολογικός Σχεδιασμός αφορά την ανάπτυξη μίας ιδέας σε σχέση με τη βελτίωση ενός υπάρχοντος προϊόντος μέσω της επανασχεδιάσής του είτε την σχεδίαση από την αρχή ενός προϊόντος που θα πληροί ένα σύνολο αρχών. Παρακάτω, ακολουθεί μία μικρή αναφορά στις βασικές αρχές του Οικολογικού Σχεδιασμού, με απώτερο σκοπό την πλήρη κατανόησή τους.

Οι αρχές του Οικολογικού Σχεδιασμού , εστιάζουν :

1. Στην μείωση χρήσης πολλών υλικών διαφορετικής προέλευσης

Με το πέρας του τέλους ζωής ενός προϊόντος, ακολουθεί το στάδιο όπου το προϊόν αποσυναρμολογείται, ώστε να δοθεί η δυνατότητα σε εξαρτήματά του να ανακυκλωθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν . Σε περιπτώσεις, όπου ένα προϊόν αποτελείται από εξαρτήματα με πολλά διαφορετικά υλικά κατασκευής, η αξιοποίησή τους κρίνεται δύσκολη. Έτσι, ο Οικολογικός Σχεδιασμός θέτει ως αρχή του την μείωση υλικών στο στάδιο της κατασκευής, ούτως ώστε στο τέλος ζωής αφενός να γίνει αξιοποίηση όλων των εξαρτημάτων και αφετέρου, να καταγραφούν ευκολότερα τα υλικά εκείνα που αποτελούν βλαβερό παράγοντα για το περιβάλλον.

2. Στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας

Προκειμένου να μειωθεί το μέγεθος του αντικτύπου προς το περιβάλλον, κρίνεται απαραίτητο να αξιολογηθεί εκ νέου η παραγωγική διαδικασία. Το παραπάνω μπορεί να γίνει είτε με την μείωση των σταδίων που την περιλαμβάνουν, είτε με τη μείωση των εισροών και την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

3. Στην επιλογή υλικών φιλικών προς το περιβάλλον μέσω ανανεώσιμων πόρων

Για να ευοδωθεί η προσπάθεια μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, κρίνεται απαραίτητη η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον και με ελάχιστο, αν όχι μηδενικό αποτύπωμα. Σε αυτό το σημείο, μπαίνουν υλικά από ανανεώσιμους πόρους ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα παραπάνω αποτελούν οργανικούς φυσικούς πόρους, οι οποίοι μπορούν να ανανεωθούν είτε μέσω βιολογικής αναπαραγωγής είτε μέσω φυσικών διεργασιών. Με την χρήση τους μειώνεται σημαντικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

4. Στην μείωση κατά τη χρήση των προϊόντων

Ίσως το πιο σημαντικό στάδιο μέσα στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, να είναι η χρήση αυτού του ίδιου. Σε αυτό το σημείο, ο Οικολογικός Σχεδιασμός εστιάζει στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και στην αύξηση της απόδοσης ενέργειας μέσω των ανανεώσιμων πηγών που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη αρχή. Να σημειώσουμε εδώ, πώς η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας πραγματοποιείται σε όλες, ανεξαιρέτως, τις λειτουργικές μονάδες.

5. Στην βελτιστοποίηση της μεταφοράς προϊόντων και της συσκευασίας αυτών

Στον Οικολογικό Σχεδιασμό, εξίσου σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η διανομή των προϊόντων. Αυτή περιλαμβάνει τη μεταφορά και την συσκευασία. Όσον αφορά τη μεταφορά, κρίνεται απαραίτητος ο σχεδιασμός του προϊόντος σε οτιδήποτε έχει σχέση με τη μεγιστοποίηση της

ποσότητας που μεταφέρεται ανά μονάδα όγκου. Όσο περισσότερη ποσότητα μεταφέρεται – με όσο το δυνατόν λιγότερο βάρος – τόσο λιγότερες μεταφορές απαιτούνται. Αναφορικά με τη συσκευασία, το επιθυμητό είναι να γίνεται όσο το δυνατόν λιγότερη χρήση συσκευασιών. Ωστόσο, αν κριθεί απαραίτητο πώς ένα προϊόν απαιτεί συσκευασία, τότε θα πρέπει είτε να αποτελείται από συσκευασία που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί είτε από συσκευασία κατασκευασμένη από ανακυκλώσιμα υλικά.

6. Στην αύξηση της προσδοκώμενης ζωής των προϊόντων

Εύλογα θα έλεγε κανείς, πώς όσο “ζει” ένα προϊόν, τόσο λιγότερες πιθανότητες υπάρχουν να χρησιμοποιηθούν ανταλλακτικά σε περίπτωση ζημίας και να προκληθούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αυτό, λοιπόν, προσδοκά ο Οικολογικός Σχεδιασμός, δηλαδή μέσω του επανασχεδιασμού, να δημιουργούνται προϊόντα με υλικά φιλικά προς το περιβάλλον και ανθεκτικά κατά τη χρήση τους μέσα στον χρόνο. Επιπλέον, ο Οικολογικός Σχεδιασμός δίνει την ώθηση στους σχεδιαστές να σχεδιάσουν κάθε εξάρτημα του προϊόντος μεμονωμένα. Σκοπός αυτού είναι η δυνατότητα να βελτιωθεί ή να επιδιορθωθεί μεμονωμένα το κάθε εξάρτημα, όταν κι εφόσον κριθεί απαραίτητο.

7. Στην ορθή διαχείριση των αποβλήτων

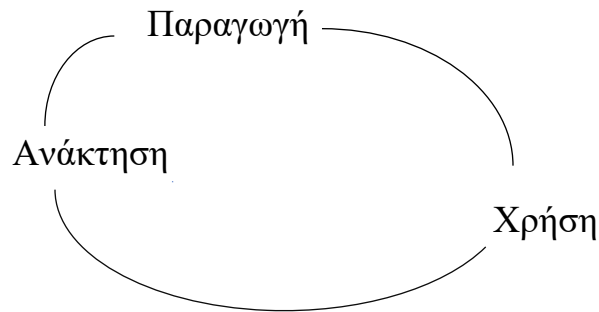
Τελευταία αρχή και όχι λιγότερο σημαντική από όσες αναφέρθηκαν, είναι η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης ενός προϊόντος, την οποία προσφέρει ο Οικολογικός Σχεδιασμός, που θα οδηγήσει στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Απαραίτητη προϋπόθεση για αυτό, αποτελεί η χρήση ανακυκλώσιμων και βιοδιασπώμενων υλικών, κατά τον σχεδιασμό. Έτσι, ο σχεδιαστής θα γνωρίζει από την αρχή πώς η αποσυναρμολόγηση θα γίνει σε λιγότερο χρόνο και τα όλα τα εξαρτήματα ανεξαιρέτως θα αξιοποιηθούν.

1.3 Εφαρμογή και Πλεονεκτήματα Οικολογικού Σχεδιασμού

Για την σωστή εφαρμογή του Οικολογικού Σχεδιασμού, κρίνεται απαραίτητη η αξιολόγηση ολόκληρου του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Όπως αναφέραμε σε προηγούμενη ενότητα, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις προκύπτουν από το σύνολο του κύκλου ζωής και όχι από μεμονωμένα στάδια. Προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα των προϊόντων και να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η εφαρμογή του Οικολογικού Σχεδιασμού βασίζεται στις αρχές που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Η εφαρμογή των αρχών αυτών, θα πρέπει να πραγματοποιείται στο στάδιο σχεδίασης ενός προϊόντος. Σε περίπτωση που το παραπάνω δεν συμβεί στο στάδιο σχεδίασης, τότε η διαδικασία ενδεχομένως να μην αποφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουν άμεση σχέση με την επιλογή υλικών των εξαρτημάτων και την καταναλισκόμενη ενέργεια των τελευταίων. Όσον αφορά την καταναλισκόμενη ενέργεια, οι επιπτώσεις από τη χρήση αυτής, μπορούν να μειωθούν με τη χρήση εναλλακτικών τρόπων, όπως είναι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αντιθέτως, η επιλογή υλικών και μάλιστα φιλικών προς το περιβάλλον, αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία και συχνά προκύπτει κοστολογική

επιβάρυνση. Εντούτοις, ο Οικολογικός Σχεδιασμός δεν αφορά μόνο το σχεδιαστικό μέρος ενός προϊόντος, αλλά και το οικονομικό μέρος, καθώς απαιτεί συγκεκριμένα κεφάλαια που πρέπει να επενδυθούν. Προτού σχεδιαστεί ένα προϊόν, θα πρέπει να έχουν γίνει προσεκτικά βήματα μελέτης ολόκληρου του κύκλου ζωής. Άλλωστε, είναι ευρέως γνωστό πώς όταν μιλάει κανείς για Οικολογικό Σχεδιασμό, η σκέψη οδηγεί σε οτιδήποτε έχει σχέση με τη φύση.



Ο βασικότερος στόχος του Οικολογικού Σχεδιασμού είναι συνυφασμένος με τη δημιουργία ενός σταθερού κύκλου ζωής που θα παραπέμπει στη φύση και στο τέλος, τα συστατικά του προϊόντος θα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ενός νέου ανταγωνιστικού προϊόντος και να εισέλθουν σε έναν νέο κύκλο ζωής. Έχοντας ως τρίπτυχο της επιτυχίας το “Παραγωγή-Χρήση-Ανάκτηση”, ο Οικολογικός Σχεδιασμός εστιάζει αφενός, στην μείωση των βλαβερών παραγόντων που κατακλύζουν την ατμόσφαιρα και τη φύση και αφετέρου, σχεδιάζει από την αρχή όλες τις παραγωγικές διαδικασίες που εμπλέκονται στον κύκλο ζωής, με σκοπό την μείωση της σπατάλης φυσικών πόρων. Τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει κανείς, για την ορθή εφαρμογή του φαινομένου, είναι τα ακόλουθα :

- Η ανάπτυξη μίας νέας ιδέας ή η βελτίωση μίας ήδη υπάρχουσας

Το εναρκτήριο βήμα, περιλαμβάνει είτε την ανάπτυξη μίας καινοτόμου ιδέας είτε την ενσωμάτωσή της σε μία ήδη υπάρχουσα, πάντα με γνώμονα την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι ιδέες αυτές, συνήθως, εμπεριέχουν την μείωση διαδικασιών σε όλη την παραγωγική γραμμή.

- Ο εντοπισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Σε αυτό το σημείο, κρίνεται απαραίτητη η ανάγκη εντοπισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, μέσω της ανάλυσης του κύκλου ζωής. Έτσι, θα κατηγοριοποιηθούν οι τυχόν επιπτώσεις και το επίπεδο στο οποίο ενδέχεται να απορρεύσουν προς την ατμόσφαιρα και θα προκύψουν οι αντίστοιχες διορθώσεις.

- Ο ορισμός στρατηγικών για τον σχεδιασμό και η δημιουργία πρωτότυπου

Σε αυτό το σημείο, ορίζονται οι οποιεσδήποτε στρατηγικές οι οποίες θα είναι ενδεικτικές, μέχρι να καταλήξει η διαδικασία στο τελικό στάδιο. Έπειτα, σχεδιάζεται το πρωτότυπο του προϊόντος βάσει των συγκεκριμένων στρατηγικών – δεδομένων των αρχών του Οικολογικού Σχεδιασμού-

μέσω του οποίου αξιολογείται ο κύκλος ζωής και ορίζονται τυχόν αλλαγές, αναφορικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σκοπός των ανωτέρω είναι να εισαχθεί στην αγορά το τελικό προϊόν που θα πληροί τα περιβαλλοντικά κριτήρια τα οποία αντικατοπτρίζουν τις ανάγκες της κοινωνίας και του περιβάλλοντος.

Αναμφισβήτητα, η εφαρμογή των αρχών του Οικολογικού Σχεδιασμού επιφέρει οφέλη σε μία επιχείρηση, η οποία αποσκοπεί αφενός να λειτουργήσει με στόχο το περιβάλλον και αφετέρου, να καινοτομήσει. Το μεγαλύτερο όφελος που μπορεί να αποκομίσει κανείς από την εφαρμογή αυτή αποτελεί η δυνατότητα παραγωγής μεγάλης ποσότητας με τη χρήση όσο το δυνατόν λιγότερων πόρων. Αυτό προκύπτει από το γεγονός πώς ο Οικολογικός Σχεδιασμός κατά τη διάρκεια αξιολόγησης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, εντοπίζει εκείνες τις παραγωγικές διαδικασίες που αποδίδουν λιγότερο. Έτσι, τις αντικαθιστά με διαδικασίες περισσότερο αποδοτικές και λιγότερο δαπανηρές. Επιπλέον, το τελικό προϊόν προσαρμόζεται πλήρως στην αντίστοιχη περιβαλλοντική νομοθεσία, κάτι που αποτελεί βασικό θεμέλιο. Με τον τρόπο αυτό, μία επιχείρηση είναι νομικώς καλυμμένη και μπορεί να διεκδικήσει μερίδιο στην αγορά. Τέλος, ένα από τα βασικά οφέλη που παρέχει ο Οικολογικός Σχεδιασμός είναι η καινοτόμος σκέψη ως προς τις στρατηγικές που ακολουθεί και η περιβαλλοντική ευσυνειδησία σε καταναλωτές και μη. Η εξονυχιστική μελέτη του κύκλου ζωής, μπορεί να οδηγήσει μία επιχείρηση στο να δημιουργήσει μία ευρύτερη γκάμα προϊόντων και υπηρεσιών και να στοχεύσει σε παραπάνω από μία καταναλωτική ομάδα. Συμπερασματικά, αν ήθελε κανείς να προσδιορίσει τη γενικότερη φιλοσοφία του Οικολογικού Σχεδιασμού, θα έλεγε πώς αποσκοπεί στη βελτίωση απόδοσης του προϊόντος μέσω της μείωσης καταναλισκόμενης ενέργειας και της ποσότητας πόρων, με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των περισσότερων εξαρτημάτων του προϊόντος, αν όχι όλων ανεξαιρέτως.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

2.1 Ορισμός και Χαρακτηριστικά της ΑΚΖ

Τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει γίνει απολύτως κατανοητό πώς η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί θέμα μείζονος σημασίας. Πιο συγκεκριμένα, η πλειοψηφία των μεθοδολογιών που αφορούν ανάπτυξη προϊόντων, περιστρέφεται γύρω από αυτό που ονομάζουμε “Βιώσιμη Ανάπτυξη”. Η τελευταία επικεντρώνεται στην ορθή χρήση των φυσικών πόρων βραχυπρόθεσμα και στην αξιοποίηση της φυσικής παραγωγής τους μακροπρόθεσμα. Η ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης έχει οδηγήσει βιομηχανίες και επιχειρήσεις να προσπαθούν να αξιολογήσουν το ποσοστό των αρνητικών επιδράσεων των δραστηριοτήτων τους προς το περιβάλλον, να ανακαλύπτουν τρόπους και να εφαρμόζουν μεθοδολογίες θεσμοθετημένες σε νομικά πλαίσια για την εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης του περιβάλλοντος.

Το εργαλείο που παίζει σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση, την σύγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων αυτών είναι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής(Curran,1996).

Σύμφωνα με την SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry), τον παγκόσμιο οργανισμό που έφερε στο “φως” την Ανάλυση Κύκλου ζωής, η τελευταία αξιολογεί τις περιβαλλοντικές πλευρές ενός προϊόντος, αναλύοντας κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, από την χρήση κιόλας των πρώτων υλών μέχρι το τέλος του κύκλου ζωής. Σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, το τελευταίο είναι ικανό να παράγει εκπομπές και να αντλήσει πόρους σε όλα τα στάδια. Τουτέστιν, να προκληθεί ρύπανση του περιβάλλοντος σε οποιοδήποτε στάδιο, με άμεση επιρροή στα στάδια που ακολουθούν. Η ανάλυση του κύκλου ζωής στοχεύει στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και τη σωστή διαχείρισή τους.

Επιπλέον, πρόκειται για μία διαδικασία εκτίμησης και αποτίμησης των επιπτώσεων που προκαλούνται από τη χρήση πόρων και ενέργειας, καθώς και των εκπομπών που διοχετεύονται στο περιβάλλον. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκή Οργανισμό Περιβάλλοντος², η ανάλυση κύκλου

² Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος : ιδρύθηκε στις 7 Μαΐου του 1990 και λειτουργεί από το 1990 με έδρα την Κοπεγχάγη. Αποτελεί οργανισμό που ανήκει στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με

ζωής αυξάνει την απόδοση των πρώτων υλών, μειώνοντας τα προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση αυτών.

2.2 Βιώσιμη Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής

Η βιώσιμη ανάπτυξη αποτελεί μία από τις σημαντικότερες έννοιες και προκλήσεις για την ανθρωπότητα, στον 21^ο αιώνα. Το παραπάνω μαρτυρά η πολιτική την οποία ακολουθούν πλέον κυβερνήσεις, οργανισμοί και επιχειρήσεις, που δεν είναι άλλη από την εφαρμογή της βιώσιμης ανάπτυξης. Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, η κοινωνία στο σύνολό της καλείται να αντιληφθεί την σημασία της βιώσιμης ανάπτυξης και τις λύσεις που δύναται να προσφέρει τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ίδια την κοινωνία. Μέσω της παρούσας διπλωματικής διαπιστώθηκε πώς δεν υπάρχει σαφής ορισμός της βιώσιμης ανάπτυξης. Ωστόσο, ο κοινώς αποδεκτός ορισμός ανήκει στην πάλαι πρωθυπουργό της Νορβηγίας και πρόεδρο της Παγκόσμιας επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη Gro Harlem Brundtland, σύμφωνα με την οποία *“Βιώσιμη ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσας γενιάς χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες”*.

Οι βασικοί άξονες της βιώσιμης ανάπτυξης είναι τρεις :το περιβάλλον, η κοινωνία και η οικονομία. Οι παραπάνω άξονες πρέπει να αξιολογούνται σε όλη τη διάρκεια σχεδιασμού ενός νέου προϊόντος ή μέσω της βελτίωσης ενός ήδη υπάρχοντος. Γίνεται αντιληπτό ότι, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη και εφαρμογή μίας μεθοδολογίας που θα μπορεί να εφαρμοστεί ως αρχή για την εφαρμογή της βιώσιμης ανάπτυξης. Οποιαδήποτε αξιολόγηση των προϊόντων πρέπει να λαμβάνει υπόψιν της ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, από την εξαγωγή των πρώτων υλών μέχρι την τελική διάθεση του προϊόντος στην αγορά και την απόρριψή του. Εξάλλου, αυτό αποτελεί βασική προϋπόθεση της βιώσιμης ανάπτυξης. Στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης, το περιβάλλον θεωρείται ένα ενοποιημένο σύστημα και η ισορροπία του εξαρτάται από την σωστή αξιολόγηση του κύκλου ζωής.

Για να διατηρηθεί η ισορροπία, απαιτείται η χρήση μεθοδολογιών όπως είναι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ), κάτι που αναφέρθηκε πρώτη φορά το 2002 στη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών στο Γιοχάνεσμπουργκ. Αναφορικά με την οικονομική ανάπτυξη, μέσω της μεθοδολογίας της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, λαμβάνονται υπόψιν οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, το κόστος που ενδεχομένως θα προκληθεί από την αξιοποίηση πόρων και τα απόβλητα, με τελικό στόχο τις αποφάσεις για την επίτευξη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

2.3 Ιστορική Αναδρομή της ΑΚΖ

Οι πρώτες μελέτες πάνω στην αξιολόγηση του κύκλου ζωής εμφανίζονται στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και αρχές της δεκαετίας του 1970. Αρχικά, εστίαζαν σε μελέτες πάνω στην απόδοση

βασικότερο στόχο την προστασία και βελτίωση του περιβάλλοντος. Παρέχει στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης πληροφορίες που επιτρέπουν να ληφθούν κατάλληλα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος.

ενέργειας και τη χρήση πρώτων υλών. Η πρώτη ανάλυση του κύκλου ζωής πραγματοποιήθηκε το 1969 από την εταιρεία Coca Cola. Μέσω του Midwest Research Institute πραγματοποιήθηκε σχετική έρευνα αναφορικά με υλικά συσκευασίας με λιγότερες ενεργειακές απώλειες και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Με την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης έρευνας, πραγματοποιήθηκαν κι άλλες σχετικές έρευνες στην Αμερική τα επόμενα χρόνια σε συνδυασμό με την πετρελαϊκή κρίση, η οποία οδήγησε τις βιομηχανίες της εποχής προς την ανάλυση του κύκλου ζωής. Την ίδια περίοδο στην Ευρώπη αναπτύχθηκε μία παρόμοια προσέγγιση, με το όνομα “Eco-balance”³. Το 1972 πραγματοποιήθηκε έρευνα από τον Ian Boustead αναφορικά με την συνολική ενέργεια που καταναλώνεται στη δημιουργία φιαλών από γυαλί, αλουμίνιο και πλαστικό. Το παραπάνω αποτέλεσε την αρχή για την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε διάφορα προϊόντα και την έκδοση του οδηγού “Εγχειρίδιο για την ανάλυση της Βιομηχανικής Ενέργειας”. Με την επέλαση της πετρελαϊκής κρίσης, το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας της ανάλυσης του κύκλου ζωής, άρχισε να μειώνεται. Στον αντίποδα, στην Ευρώπη το σχετικό ενδιαφέρον άρχισε να αναπτύσσεται το έτος 1985 με την ίδρυση της Περιβαλλοντικής Διεύθυνσης της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Ήταν εμφανές πώς υπήρχε άμεση ανάγκη για τυποποίηση των περιβαλλοντικών αναφορών. Οι Ευρωπαίοι άρχισαν να αναπτύσσουν προσεγγίσεις προς αυτές των Αμερικάνων ομολογών τους με τη διαφορά ότι οι έρευνές τους περιλάμβαναν και την συμμετοχή των στερεών αποβλήτων ως λύση για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Όταν τα στερεά απόβλητα βγήκαν στην επιφάνεια ως μείζον πρόβλημα το 1988, η ανάλυση του κύκλου ζωής αναδείχθηκε ξανά ως υποσχόμενο παγκόσμιο εργαλείο για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών ζητημάτων. Με το ενδιαφέρον να επικεντρώνεται σε όλους τους τομείς που αφορούν τη χρήση πόρων και την αξιοποίηση αποβλήτων, η ανάλυση του κύκλου ζωής επεκτείνει τη μεθοδολογία της με πλήθος ερευνητών ανά τον κόσμο να ξεκινούν να την εφαρμόζουν σε προϊόντα διαφορετικών κατηγοριών.

Το 1992 η σύνοδος κορυφής των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Ρίο Ντε Τζανέιρο εξέφρασε την άποψη πώς η συγκεκριμένη μεθοδολογία αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο, με εφαρμογή σε ένα ευρύτερο πεδίο κλάδων. Την ίδια χρονιά οι κατευθυντήριες γραμμές της ανάλυσης του κύκλου ζωής εμπεριέχονται στο ISO 1400, καθώς το τελευταίο δεσμεύτηκε ως οργανισμός να στηρίζει την προσπάθεια ενδυνάμωσης της βιώσιμης ανάπτυξης. Παράλληλα, καθιερώθηκε το πρώτο ευρωπαϊκό σχέδιο για τα οικολογικά σήματα (eco-labels)⁴ από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Από τα παραπάνω γίνεται εμφανές, πώς η συγκεκριμένη μέθοδος μπαίνει σε νέα τροχιά έρευνας και ανάπτυξης της μεθοδολογίας της αφενός για τα οφέλη που δύναται να προσφέρει και αφετέρου, για το γεγονός πώς αποτελεί μία άγνωστη μεθοδολογία μεταξύ επιστημόνων.

³ Eco-balance: μέθοδος σχετικά με την αναφορά εισροών και εκροών των πρώτων υλών, των πόρων, της ενέργειας και των αποβλήτων που προκύπτουν σε έναν συγκεκριμένο οργανισμό κατά τη διάρκεια μίας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου.

⁴ Eco-labels: η περιβαλλοντική επιβράβευση που απονέμεται σε ένα προϊόν που πληροί τα περιβαλλοντικά κριτήρια σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής, ονομάζεται οικολογικό σήμα.

Φτάνοντας στον 21^ο αιώνα, το 2002 η αρμόδια επιτροπή για το περιβάλλον των Ηνωμένων Εθνών ένωσε τις δυνάμεις της με την Εταιρεία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας (SETAC)⁵ για τη δημιουργία μίας διεθνούς εταιρικής σχέσης. Μέχρι και σήμερα, η ανάλυση του κύκλου ζωής χρησιμοποιείται τόσο σε ποσοτικές αναλύσεις του κύκλου ζωής, όσο και σε λήψεις αποφάσεων.

2.4 Στάδια χρήσης AKZ

Η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής αποτελεί ένα πολύπλοκο εργαλείο. Η πολυπλοκότητα αυτή έγκειται στο γεγονός πώς αποτελεί μία προσέγγιση στην οποία αξιολογούνται όλα τα στάδια και έχει ως αποτέλεσμα οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις να προκύπτουν συνολικά και όχι μεμονωμένα. Το τελευταίο μπορεί να προκαλέσει και διαφορετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς τείνουν να χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τύποι πόρων. Η προσέγγιση αυτή ξεκινάει από το σημείο όπου τα προϊόντα συλλέγονται από το έδαφος για τη δημιουργία του προϊόντος και καταλήγει στο τέλος ζωής του προϊόντος, όπου τα υλικά γυρίζουν πίσω στο έδαφος.

Για την ανάλυση του κύκλου ζωής κάθε στάδιο είναι ανεξάρτητο και παράλληλα οδηγεί στο επόμενο. Έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει όλες εκείνες τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που απορρέουν από όλα τα στάδια του κύκλου ζωής και ταυτόχρονα, να ασχολείται με τους πόρους που εκπέμπουν βλαβερές ουσίες προς την ατμόσφαιρα. Με την αναφορά στον όρο “βλαβερές ουσίες” εννοούνται όλες εκείνες οι που βλάπτουν το περιβάλλον σε πρώτο χρόνο.

Βέβαια, για να φτάσει κανείς στο σημείο της εκμετάλλευσης της συγκεκριμένης μεθοδολογίας για την ανάλυση αυτών των εκπομπών, πρέπει να κατανοεί σαφώς ποιο είναι το περιβάλλον και ποιες είναι εκείνες οι επιπτώσεις, οι οποίες τείνουν να είναι επιβλαβείς προς αυτό.

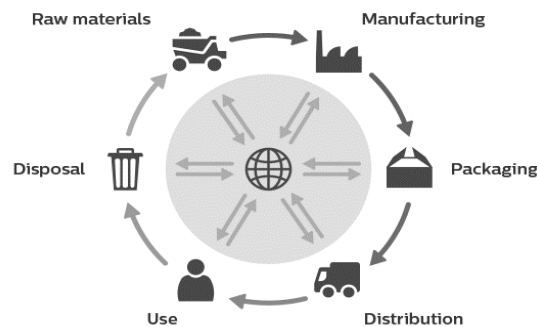
Επιπτώσεις όπως:

- η υπερθέρμανση του πλανήτη
- η οξίνιση
- ο ευτροφισμός
- το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- τα φωτοχημικά οξειδωτικά
- οι αβιοτικοί πόροι

αποτελούν φαινόμενα τα οποία μέσω εμπειρίας μπορούν να αναλυθούν σε μεγάλο ποσοστό από την αξιολόγηση του κύκλου ζωής (AKZ). Η AKZ εμπεριέχει μία ολοκληρωμένη εικόνα όλων των περιβαλλοντικών πλευρών ενός προϊόντος. Παράλληλα, η AKZ αποτελεί ένα σύνολο διαδικασιών με σκοπό τη συλλογή όλων των σημείων εισόδου και εξόδου ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

⁵ SETAC: μη κερδοσκοπικός οργανισμός παγκόσμιου βεληγεκούς σε περισσότερες από 90 χώρες με βασικό στόχο την διαχείριση πόρων και την βελτίωση και επίλυση περιβαλλοντικών ζητημάτων.

Η αναγνώριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων έχει ως απώτερο σκοπό να οδηγήσει στον εντοπισμό των δυνατών περιβαλλοντικών σημείων ενός προϊόντων και των αδύναμων σημείων.



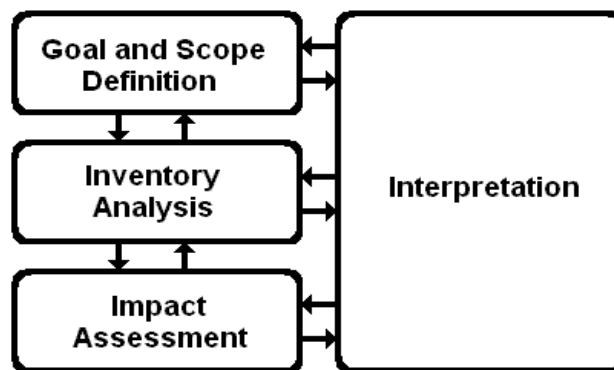
Εικόνα 1 Life Cycle Assessment/Πηγή
innovationservices.philips.com

Βέβαια, το παραπάνω δεν αποτελεί τον μοναδικό στόχο της μεθοδολογίας αυτής. Για κάθε περίπτωση που αντιμετωπίζεται, ο στόχος είναι διαφορετικός. Πιθανοί στόχοι είναι οι ακόλουθοι:

1. Η δημιουργία περιβαλλοντικών κανόνων και ο ορισμός υψηλής προτεραιότητας στρατηγικών στη σχεδίαση προϊόντων
2. Η καταγραφή δεδομένων και λήψη αποφάσεων με βάση εξακριβωμένα αποτελέσματα
3. Η δημιουργία αξιόπιστης βάσης δεδομένων για τη διεύρυνση των πληροφοριών που σχετίζονται με περιβαλλοντικά κριτήρια
4. Ο ορισμός του ρόλου ενός υλικού σε εναλλακτικές προσεγγίσεις διαχείρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
5. Η σωστή κατηγοριοποίηση των προτεινόμενων και πιθανών λύσεων, σε λύσεις υψηλής προτεραιότητας και λύσεις μέτριας ή χαμηλής προτεραιότητας

Η ανάλυση του κύκλου ζωής (ΑΚΖ) έρχεται για να προσδιορίσει ποσοτικά την κατανάλωση και τις περιβαλλοντικές εκπομπές, καθώς και να εκτιμήσει το μέγεθος του περιβαλλοντικού αντίκτυπου. Αξίζει να σημειωθεί, πώς τα περισσότερα προϊόντα με μεγάλη ανθεκτικότητα, καταλήγουν ως απόβλητα και στη συνέχεια απορρίπτονται. Για να βρει κανείς την καλύτερη περιβαλλοντική στρατηγική, πρέπει να αξιολογήσει όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Τα στάδια είναι τα ακόλουθα: η χρήση πρώτων υλών, η κατασκευή, η διανομή, η χρήση του προϊόντος.

Επιπρόσθετα, η μεθοδολογία αυτή χωρίζεται σε τέσσερις συγκεκριμένες φάσεις. Οι φάσεις αυτές είναι οι εξής: ο ορισμός στόχου και πεδίου, η ανάλυση απογραφής του κύκλου ζωής, η αξιολόγηση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής και η ερμηνεία του κύκλου ζωής.



Εικόνα 2 LCA Primer/Πηγή ghgenius.ca

Ξεκινώντας, στον ορισμό στόχου μπορεί κανείς να εντοπίσει, ποια είναι η άμεση εφαρμογή των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης του κύκλου ζωής. Εν αντιθέσει με τον ορισμό πεδίου, όπου ο “στόχος” είναι περισσότερο περίπλοκος. Στο σημείο αυτό, οι ερωτήσεις αφορούν τον ορισμό του συστήματος προϊόντος, τα όρια λειτουργίας ενός προϊόντος, καθώς και τον ορισμό ποιότητας των δεδομένων. Για να φτάσει κανείς, λοιπόν, στο επιθυμητό επίπεδο θα πρέπει να ερευνήσει όλες εκείνες τις διεργασίες μέσα σε ένα σύστημα προϊόντων, που σχετίζονται με τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Οι διεργασίες αυτές συνδέονται άμεσα με κύρια συστατικά και υλικά τα οποία τα συναντάει κανείς από το στάδιο χρήσης πρώτων υλών μέχρι το τέλος ζωής ενός προϊόντος. Για αυτό και έχει εφαρμοστεί ένας κανόνας απόφασης, προκειμένου να αποκλείσει διαδικασίες και λειτουργίες, οι οποίες έχουν μικρότερη επιρροή αναφορικά με τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο.

Την στιγμή που θα ολοκληρωθεί ο ορισμός του πεδίου, ξεκινά η συλλογή και αξιολόγηση των δεδομένων. Το στάδιο αυτό απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς αφορά εντατική συλλογή δεδομένων σε μεγάλο εύρος. Για κάθε δραστηριότητα μονάδας, συλλέγονται δεδομένα. Τόσο η είσοδος στη διαδικασία όσο και η παραγωγή από αυτή (παραδείγματος χάριν εκπομπές σε αέρα, γη, νερό) ποσοτικοποιούνται. Οι εκπομπές αυτές αποτελούν ρύπους που παράγονται σε ένα σύστημα προϊόντων και απορρίπτονται στο περιβάλλον. Οι πόροι που χρησιμοποιούνται, περιλαμβάνουν πρώτες ύλες που αφορούν την κατανάλωση και χρήση ενός προϊόντος. Τα παραπάνω που αναφέρθηκαν ονομάζονται παράμετροι αποθέματος, ενώ η ανάλυση των δεδομένων για τις παραμέτρους απογραφής ονομάζεται ανάλυση αποθέματος.

Μόλις συγκεντρωθούν τα δεδομένα από όλες τις παραμέτρους απογραφών, τότε λαμβάνεται το αποτέλεσμα συγκριτικά με ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος. Στην φάση εκτίμησης επιπτώσεων του κύκλου ζωής, τα δεδομένα αυτά αξιολογούνται. Βάσει ISO 14040⁶, η συγκεκριμένη φάση αποτελείται από υποχρεωτικά και προαιρετικά στοιχεία. Στο κομμάτι της ταξινόμησης (υποχρεωτικό στοιχείο) οι παράμετροι αποθέματος συνδέονται με διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων. Οι τυπικές κατηγορίες περιλαμβάνουν όλα τα φαινόμενα που δημιουργούνται στον πλανήτη: υπερθέρμανση του πλανήτη, ευτροφισμός, οξίνιση, μείωση

⁶ ISO: ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Organization for Standardization) είναι η παγκόσμια οργάνωση δημιουργίας προτύπων. Εδρεύει στη Γενεύη.

στιβάδας όζοντος, εξάντληση αβιοτικών πόρων, δημιουργία φωτοχημικών οξειδωτικών. Αξίζει να σημειωθεί, πώς ορισμένες παράμετροι αποθέματος επηρεάζουν περισσότερες από μία κατηγορίες επιπτώσεων, ενώ υπάρχουν άλλες παράμετροι που προκαλούν αποκλειστικά μία και μόνο επίπτωση. Την στιγμή που θα ολοκληρωθεί η παραπάνω ταξινόμηση, ο αντίκτυπος που προκαλείται σε μία κατηγορία επιπτώσεων, ποσοτικοποιείται και δημιουργείται ο λεγόμενος χαρακτηρισμός του αντίκτυπου. Κάτι που θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψιν ως προς την αξιολόγηση του αντίκτυπου είναι το μέγεθος της ποσότητας το οποίο ορίζεται για την εκάστοτε παράμετρο.

Το τελευταίο στάδιο της αξιολόγησης του κύκλου ζωής είναι η ερμηνεία αυτού του ίδιου. Εδώ, γίνεται αναφορά στα βασικά ζητήματα που προκύπτουν από τα σημαντικά αποτελέσματα της συγκεκριμένης μεθοδολογίας. Είναι το στάδιο εκκίνησης της περιβαλλοντικής βελτίωσης ενός προϊόντος, μέσω του εντοπισμού των αδύνατων σημείων που πρέπει να επανασχεδιαστούν .

2.5 Πλεονεκτήματα και χρήσεις της AKZ

Η εφαρμογή της AKZ μπορεί να προσφέρει σε ένα προϊόν σημαντικά οφέλη, τόσο για το ίδιο το προϊόν όσο και για την επιχείρηση που το εκπροσωπεί.

Αρχικά :

1. Βοηθάει σημαντικά στη βελτίωση του σχεδιασμού του προϊόντος

Η μεθοδολογία της AKZ μπορεί να βοηθήσει στη συγκριτική αξιολόγηση σχεδιαστικών προσεγγίσεων, με απώτερο σκοπό τον εντοπισμό πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων αυτών.

2. Δημιουργία οικονομικών και επιχειρηματικών οφελών

Η AKZ συμβάλλει στην αύξηση αποδοτικότητας των πόρων, στην μείωση αποβλήτων, καθώς και στην μείωση του κόστους παραγωγής. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο προώθησης προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον. Η τακτική αυτή , μπορεί να επηρεάσει θετικά το καταναλωτικό κοινό.

3. Παρέχει πληροφορίες

Η μελέτη της AKZ ωφελεί τη συγκέντρωση δεδομένων αναφορικά με τα υλικά των προϊόντων και τις επιπτώσεις αυτών στο περιβάλλον. Έτσι, η επιχείρηση δημιουργεί βάση δεδομένων με υλικά που είναι βλαβερά προς το περιβάλλον και με υλικά που τείνουν να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση του προϊόντος.

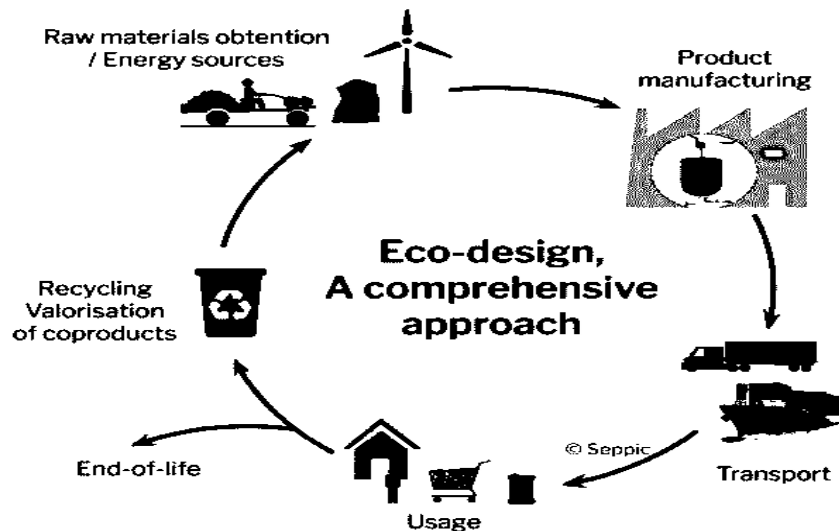
Όλα τα παραπάνω αναφέρονται εν συντομία στα σημαντικά οφέλη που προκύπτουν από την επιλογή χρήσης της AKZ ως εργαλείο. Ωστόσο, οι βασικότεροι λόγοι για τους οποίους θα ωφεληθεί μία επιχείρηση από τη χρήση της AKZ, αναφέρονται στη συνέχεια. Αρχικά, η AKZ αποτελεί ίσως το μοναδικό εργαλείο μεταξύ των διαφόρων εργαλείων που μπορεί να παρέχει ολοκληρωμένη πληροφόρηση. Για παράδειγμα, αποτελεί το εργαλείο που μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές όπου δεν είναι δυνατή η προσέγγιση από άλλα εργαλεία, όπως είναι η ανάλυση κινδύνου και η μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η πλειοψηφία των σύγχρονων εργαλείων εμπεριέχει περιορισμένη πληροφόρηση και για αυτόν τον λόγο δεν προτιμάται από τις σύγχρονες βιομηχανίες, σε σχέση με την AKZ. Η προτίμηση αυτή οφείλεται στο γεγονός της συνολικής αξιολόγησης του κύκλου ζωής μέσω της AKZ. Άλλωστε στην σύγχρονη αγορά, όσα προϊόντα εμπεριέχουν υλικά φιλικά προς το περιβάλλον τείνουν να βοηθούν την αύξηση του κέρδους και των οικονομικών δραστηριοτήτων μίας επιχείρησης.

Επιπλέον, η σπουδαιότητα χρήσης της AKZ έγκειται στο γεγονός πώς αποτελεί ένα ολοκληρωμένο εργαλείο-όπως αναφέρθηκε παραπάνω-το οποίο εμπεριέχει όλα τα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται από τα διάφορα στάδια ενός κύκλου ζωής. Στην προσπάθεια λύσης ενός περιβαλλοντικού προβλήματος, η AKZ επιδιώκει να ανακαλύψει τη συνθήκη εκείνη που επιφέρει την ελάχιστη περιβαλλοντική επίπτωση, χωρίς να μετατοπίσει το πρόβλημα σε κάποιο άλλο στάδιο. Εν ολίγοις, προσπαθεί να επιλύσει το πρόβλημα στο στάδιο που εντοπίζεται, χωρίς η οποιαδήποτε αλλαγή που θα πραγματοποιηθεί να επηρεάσει οποιοδήποτε άλλο στάδιο. Τέλος, η AKZ αποτελεί ένα επιστημονικό εργαλείο, το οποίο μέσω της ποσοτικοποίησης των δεδομένων επιτυγχάνει να προσφέρει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό αντικειμενικής πληροφόρηση στον χρήστη. Δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην βελτίωση της απόδοσης του προϊόντος και τη μείωση του κόστους παραγωγής, χωρίς να επηρεάσει αρνητικά τα υπόλοιπα στάδια. Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της κρίνεται σημαντική μεταξύ καταναλωτών και επιχειρήσεων, για την ορθότερη παραγωγή και αγορά προϊόντων με μηδενικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ECODESIGN PILOT

3.1 Το εργαλείο Ecodesign Pilot

Το Ecodesign θεωρείται στις μέρες μας βασική προϋπόθεση για τον βελτιωμένο σχεδιασμό ενός προϊόντος. Έχοντας σφαιρική προσέγγιση όσον αφορά τον παραδοσιακό σχεδιασμό ενός προϊόντος, το Ecodesign έχει δημιουργήσει ανά τα χρόνια εργαλεία και μεθοδολογίες που αποσκοπούν στην ευρύτερη αξιολόγηση των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων ενός προϊόντος. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, αποτελεί μείζονος σημασίας η ορθή κατανόηση του λόγου ύπαρξης του Ecodesign. Ενδεχομένως, να πρόκειται για τη μοναδική προσέγγιση μέσα σε ευρύτερο πλαίσιο, η οποία παρακολουθεί πλήρως ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, ώστε να προβεί σε χειρισμούς που θα οδηγήσουν σε ισορροπία και θα αναδείξουν τον ρόλο του σχεδιαστή.



Εικόνα 3 Διαδικασία του Eco-Design

Το Ecodesign περιλαμβάνει έναν συνδυασμό από εργαλεία, λίστες ελέγχου και κατευθυντήριες γραμμές, τα οποία διαφέρουν ως προς τον σκοπό τους. Τα εργαλεία που επιλέγονται κατά κόρον

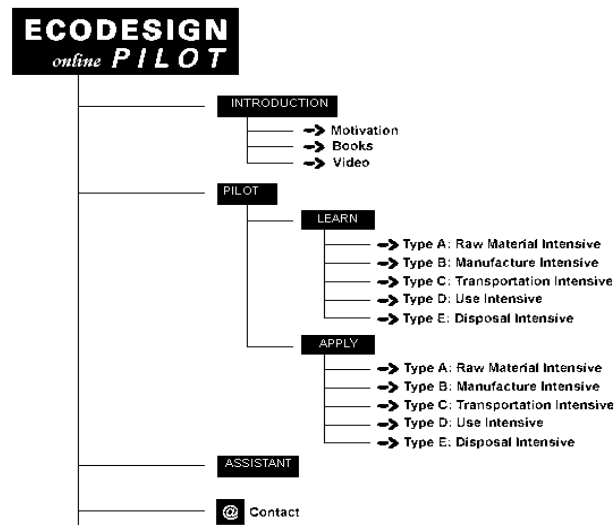
για την ανάλυση των ιδιοτήτων ενός προϊόντος, έχουν σχέση με τον σχεδιασμό αναφορικά με την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση ενός προϊόντος, την λήψη αποφάσεων, καθώς και με την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στα στάδια εξόρυξης των πρώτων υλών και χρήσης. Τα τελευταία χρόνια στην αγορά, συναντώνται περισσότερα από 100 εργαλεία και μεθοδολογίες που σχετίζονται με την περιβαλλοντική ανάπτυξη προϊόντων. Συνήθως, για κάθε διαδικασία σχεδιασμού ξεχωριστά αντιστοιχεί ένα εργαλείο το οποίο θα ξεκινά με την περιβαλλοντική αποτίμηση του προϊόντος και θα καταλήγει τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό αυτού.

Το βασικό εργαλείο που αναλύεται στην παρούσα διπλωματική εργασία, ονομάζεται Ecodesign PILOT⁷. Αποτελεί εργαλείο ανάπτυξης προϊόντων που βασίζεται στην λήψη αποφάσεων για τη διαδικασία σχεδιασμού ή επανασχεδιασμού ενός προϊόντος. Συμβάλλει στην έρευνα των κατάλληλων περιβαλλοντικών μέτρων μέσω της υποβολής ερωτήσεων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Το συγκεκριμένο εργαλείο επί της ουσίας αξιολογεί το προϊόν που επιλέγεται προς αξιολόγηση και παράλληλα, βοηθά στο να κατανοήσει κανείς την περιπλοκότητα του οικολογικού σχεδιασμού. Χρησιμοποιεί με έξυπνο τρόπο τους πόρους, προκειμένου να αυξηθούν τα οφέλη για όλους τους παράγοντες που βρίσκονται μέσα στην αλυσίδα αξίας.

Πρωταρχικός στόχος για τη συγκεκριμένη μεθοδολογία αποτελεί η τόνωση του ενδιαφέροντος σε οτιδήποτε έχει σχέση με την καινοτομία των προϊόντων και την ευαισθητοποίηση προς το περιβάλλον, παρέχοντας οδηγίες και συμβουλές για την εφαρμογή του οικολογικού σχεδιασμού στο προϊόν που μελετάται. Το παραπάνω επιτυγχάνεται με τη συμβολή διεπιστημονικής ομάδας, αποτελούμενης από σχεδιαστές, μηχανικούς και εμπειρογνώμονες με ειδίκευση την περιβαλλοντική διαχείριση συστημάτων. Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο εργαλείο προσφέρεται δωρεάν στο διαδίκτυο για οποιονδήποτε επιθυμεί να το χρησιμοποιήσει για να αξιολογήσει αν ένα προϊόν ή ακόμη και υπηρεσία πληροί τα περιβαλλοντικά κριτήρια. Είναι κατά τέτοιο τρόπο δομημένο, ώστε να βοηθήσει ακόμη και χρήστες που δεν διαθέτουν εξειδικευμένες γνώσεις στον τομέα των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης, να κατανοήσουν τον σκοπό του.

Το Ecodesign Pilot αποτελείται από τον οδηγό (Pilot) που περιλαμβάνει τις λίστες ελέγχου και τον βοηθό (Assistant) που περιλαμβάνει τα πέντε στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Η αξιολόγηση ενός προϊόντος μέσω του βοηθού, προηγείται στο συγκεκριμένο εργαλείο. Το αποτέλεσμα που θα προκύψει αποτελεί το βασικό στοιχείο που θα οδηγήσει σε εκείνες τις στρατηγικές, που θα αποτελέσουν τη βασική προτεραιότητα ενός μηχανικού. Η γνωριμία με το πρόγραμμα επιτυγχάνεται με την εισαγωγική σελίδα, κατά την οποία πραγματοποιείται εν συντομία ενημέρωση για το Ecodesign και τους πιθανούς λόγους εφαρμογής αυτού του ιδίου σε ένα project. Ταυτόχρονα, εντοπίζονται οι καρτέλες “Pilot” και “Assistant” και οι πιθανοί τρόποι επικοινωνίας με την επιστημονική ομάδα του Πανεπιστημίου της Βιέννης που είναι αρμόδια για το συγκεκριμένο εργαλείο.

⁷ Ecodesign PILOT: Ecodesign Product Investigation Learning and Optimization Tool. Αναπτύχθηκε στο Ινστιτούτο Μηχανικής Σχεδιασμού του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου της Βιέννης.



Εικόνα 4 Introduction of Ecodesign Pilot by Vienna TU, Institute for Engineering Design

Τα κύρια μέρη μάθησης του εργαλείου αφορούν τα μέρη “Διάρκεια Ζωής Προϊόντος” και “Ανάπτυξη”. Με την μεσολάβηση του Βοηθού (Assistant), οι εργασίες του Οικολογικού Σχεδιασμού τίθενται κατά τη διάρκεια των πέντε σταδίων του κύκλου ζωής. Στη συνέχεια, περιγράφονται εν συντομία τα συγκεκριμένα πέντε στάδια και οι εργασίες που καλύπτονται μέσω της απάντησης αυτών.

Ξεκινώντας:

1. Περιγραφή: αποτελείται από πλαίσια στα οποία δηλώνονται εν συντομία λίγα λόγια για το προϊόν όπως: το όνομα του προϊόντος, η προσδοκώμενη διάρκεια ζωής, καθώς και η λειτουργική μονάδα. Η τελευταία αναφέρεται στην κύρια λειτουργία του προϊόντος, υποδεικνύοντας ταυτόχρονα και την ποσότητα την οποία μελετά το σενάριο.

Μόλις συμπληρωθεί η φόρμα, επιλέγεται η συνέχιση στην επόμενη φόρμα, κάτι που ισχύει για όλες τις φόρμες που παρέχει ο Βοηθός.

2. Χρήση πρώτων υλών: στην δεύτερη φόρμα αναλύονται τα υλικά και τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα προϊόν. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφονται όλα τα μέρη από τα οποία αποτελείται το προϊόν, συμπεριλαμβανομένης της μάζας τους και του υλικού από το οποίο κατασκευάζεται κάθε ένα από αυτά, για να καταλήξει στην κατηγοριοποίησή του σε τάξη. Στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι ο Βοηθός μέσω μίας λίστας υλικών, κατηγοριοποιεί τα τελευταία, ανάλογα με την περιβαλλοντική επίπτωση που προκύπτει, στο στάδιο χρήσης πρώτων υλών. Δίνεται η δυνατότητα να αλλαχθούν ορισμένα υλικά, χωρίς να επηρεαστεί

άμεσα το τελικό αποτέλεσμα. Τα υλικά αυτά είναι κατηγοριοποιημένα ανάλογα με το υλικό προέλευσης ή το υλικό που υπερτερεί σε μάζα. Τέλος, η βασική ιδέα στο στάδιο αυτό περιλαμβάνει τις μεγάλες επιπτώσεις που ενδέχεται να προκύψουν από μικρές ποσότητες υλικών και για αυτόν τον λόγο θέτει στον χρήστη την ερώτηση κατά πόσον το προϊόν αποτελείται από υλικά επιβλαβή προς το περιβάλλον. Οι απαντήσεις που πρέπει να επιλεγθούν είναι οι εξής : “Ναι”, “Όχι”, “Άγνωστο”.

3. Κατασκευή: στην τρίτη φόρμα γίνεται αναφορά στα βασικά δεδομένα κατασκευής του προϊόντος. Δεδομένα όπως η εισροή ενέργειας (Ηλεκτρική ενέργεια σε kWh και Θερμική ενέργεια σε MJ), απόβλητα εξόδου ανά μονάδα παραγωγής που μετρούνται σε μάζα (kg) και τα υλικά κατασκευής τους καταχωρούνται, προκειμένου να ταξινομηθούν όπως έγινε και στην προηγούμενη φόρμα, σε τάξεις υλικών. Αξίζει να αναφερθεί ότι, τα παραπάνω δεδομένα είναι εύκολα προσβάσιμα για όποιον επιθυμεί να προβεί σε έρευνα. Στην συγκεκριμένη φόρμα, δίνεται η δυνατότητα να καταχωρηθεί η εισροή ενέργειας του σταδίου κατασκευής, συμπεριλαμβανομένης και της εναέριας ενέργειας, που σχετίζεται με θέρμανση, ψύξη κ.ο.κ. Εδώ να τονιστεί πως τα προϊόντα διαφέρουν μεταξύ τους και συνεπώς, θα υπάρχουν αλλαγές αναφορικά με την εισροή ενέργειας. Άλλες πληροφορίες που απαιτούνται να καταχωρηθούν για την κατανόηση του σταδίου κατασκευής είναι η μορφή διάθεσης των αποβλήτων της παραγωγικής διαδικασίας. Η φόρμα επιτρέπει να γίνει ο ακόλουθος διαχωρισμός αναφορικά με τα απόβλητα:

- διαχωρισμός των υλικών
- μερική ανακύκλωση των υλικών
- μη δυνατότητα διαχωρισμού αποβλήτων

Τέλος, σημαντικό ρόλο στην ορθή κατανόηση του σταδίου της κατασκευής και των επιπτώσεων αυτής παίζει η καταχώρηση του όγκου παραγωγής σε μονάδες ανά έτος. Το παραπάνω χρησιμεύει για τον υπολογισμό σε πρώτο στάδιο της ποσότητας των αποβλήτων. Να διευκρινιστεί ότι, η συγκεκριμένη φόρμα δεν παρέχει τη δυνατότητα καταχώρησης αριθμού, επιτρέποντας να επιλεγεί προεπιλεγμένη ποσότητα, όπως για παράδειγμα 10-10.000.

4. Διανομή: στο στάδιο αυτό απαιτείται η καταχώριση δεδομένων αναφορικά με τη διανομή του προϊόντος. Η διανομή περιλαμβάνει την καταχώριση της μέσης απόστασης μεταφοράς (σε χιλιόμετρα-km), καθώς και τον τρόπο με τον οποίο θα μεταφερθεί το προϊόν. Τα μέσα μεταφοράς που παρέχονται στη συγκεκριμένη φόρμα, έχουν την ακόλουθη μορφή:

- Πλοίο(στο εξωτερικό)
- Πλοίο(ενδοχώρα)
- Σιδηρόδρομος
- Φορτηγό
- Βαν
- Αυτοκίνητο
- Αεροσκάφος

Στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι πρέπει να επιλεγθεί τουλάχιστον ένας τρόπος μεταφοράς του προϊόντος, προκειμένου να προκύψει αποτέλεσμα. Συνήθως, στο στάδιο αυτό πραγματοποιούνται εναλλαγές στον τρόπο μεταφοράς, με σκοπό να διαπιστωθεί εάν οποιαδήποτε αλλαγή στη διανομή επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα. Τέλος, πρέπει να καθοριστεί ο τύπος συσκευασίας που θα πλαισιώνει το προϊόν, μέσα από δύο επιλογές. Η πρώτη επιλογή αφορά την “συσκευασία μίας χρήσης” και η δεύτερη επιλογή την “επιστρεφόμενη συσκευασία”.

5. Χρήση προϊόντος: αναφορικά με το στάδιο χρήσης του προϊόντος, τα δεδομένα που κρίνεται απαραίτητο να συμπληρωθούν αφορούν τη συχνότητα χρήσης. Στη συχνότητα χρήσης, τα δεδομένα παρέχονται ως χρήσεις του προϊόντος ανά έτος και ως είσοδος του υλικού σε κάθε χρήση, η οποία μετρείται σε μάζα (kg). Επιπλέον, στην συγκεκριμένη φόρμα καταχωρείται για πρώτη φορά η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται σε κάθε μεμονωμένη χρήση και η οποία μετρείται σε κιλοβατώρες (kWh). Αξίζει να αναφερθεί ότι, ένα κοινό σημείο μεταξύ των σταδίων του συγκεκριμένου εργαλείου, αποτελεί η κατηγοριοποίηση των υλικών σε τάξεις, ανάλογα με την προέλευσή τους. Τέλος, στο στάδιο αυτό πρέπει να αξιολογηθεί αν υπάρχει δυνητικός κίνδυνος για το περιβάλλον σε ενδεχόμενη ανεπάρκεια ή δυσλειτουργία του προϊόντος. Η απάντηση που θα πρέπει να δοθεί, έχει την εξής μορφή:

- Πιθανό
- Απίθανο
- Αδύνατο

6. Τέλος κύκλου ζωής προϊόντος: εδώ, το τελευταίο στάδιο αφορά και το τέλος του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Στην φόρμα αυτή εμφανίζονται αυτόματα τα μέρη και εξαρτήματα που έχουν καταχωρηθεί στη δεύτερη φόρμα του εργαλείου αυτού, δηλαδή στο στάδιο χρήσης πρώτων υλών. Η βασικότερη διαφορά μεταξύ των δεδομένων που καταχωρούνται στο στάδιο χρήσης πρώτων υλών και στο στάδιο τους τέλους του κύκλου ζωής του προϊόντος, είναι ο καθορισμός του σεναρίου απόρριψης για κάθε εξάρτημα του προϊόντος που έχουμε καταχωρήσει, όπως και η απόρριψη της συσκευασίας. Οι επιλογές που μπορούν να καταχωρηθούν, είναι :

- Επαναχρησιμοποίηση
- Ανακύκλωση
- Αποτέφρωση
- Χωματερή
- Επικίνδυνα απόβλητα

3.2 Αποτελέσματα του Ecodesign Pilot Assistant

Συνοψίζοντας κανείς τα παραπάνω στάδια που αναφέρθηκαν, μετρούνται στο σύνολο έξι φόρμες αναφορικά με τα δεδομένα που πρέπει να καταχωρηθούν για το προϊόν μελέτης. Ο βοηθός (Assistant) με βάση τα δεδομένα που έχουν καταχωρηθεί αξιολογεί περιβαλλοντικά τα διαφορετικά στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Πιο συγκεκριμένα, μόλις καταχωρηθούν όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για να προκύψει το αποτέλεσμα, ο βοηθός κατηγοριοποιεί το προϊόν που αναλύθηκε σε τύπους προϊόντων. Οι τύποι προϊόντων έχουν καθοριστεί βάσει των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούν κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του προϊόντος. Οι κατηγορίες των τύπων είναι οι ακόλουθες:

- Τύπος Α: Προϊόν εντατικής πρώτης ύλης
- Τύπος Β: Προϊόν εντατικής παραγωγής
- Τύπος Γ: Προϊόν εντατικής μεταφοράς
- Τύπος Δ: Προϊόν εντατικής χρήσης
- Τύπος Ε: Προϊόν εντατικής απόρριψης

Οι προαναφερθέντες τύποι που θα προκύψουν ως αποτέλεσμα στον βοηθό, ορίζουν το στάδιο εκείνο στο οποίο παρατηρήθηκαν οι κίνδυνοι που θα προκαλέσουν τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το παραπάνω αποτέλεσμα μπορεί να εντοπιστεί στο πεδίο “Ταξινόμηση”, κατά το οποίο ο Βοηθός θα τονίσει ποιο είναι το σημαντικότερο στάδιο προς διαχείριση. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι, ενδέχεται το αποτέλεσμα που θα προκύψει από μία περιβαλλοντική αξιολόγηση ενός προϊόντος, να αφορά διαφορετικά στάδια. Αυτό σημαίνει ότι αν τα προβλήματα υπερτερούν σε παραπάνω από ένα στάδια, τότε προκύπτει αποτέλεσμα υβριδικού τύπου όπως για παράδειγμα “Το προϊόν που αναλύθηκε φαίνεται να είναι τύπος Α και Β. Τα στάδια χρήσης πρώτων υλών και κατασκευής είναι σημαντικά εδώ”.

Επομένως, βάσει της ταξινόμησης, ο Βοηθός καλείται να προτείνει λύσεις ή αλλιώς “Στρατηγικές” του Οικολογικού Σχεδιασμού, οι οποίες θα βελτιώσουν τα στάδια ζωής του προϊόντος που βρέθηκαν με το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό ρίσκο. Οι στρατηγικές για την βελτίωση του προϊόντος διαιρούνται σε:

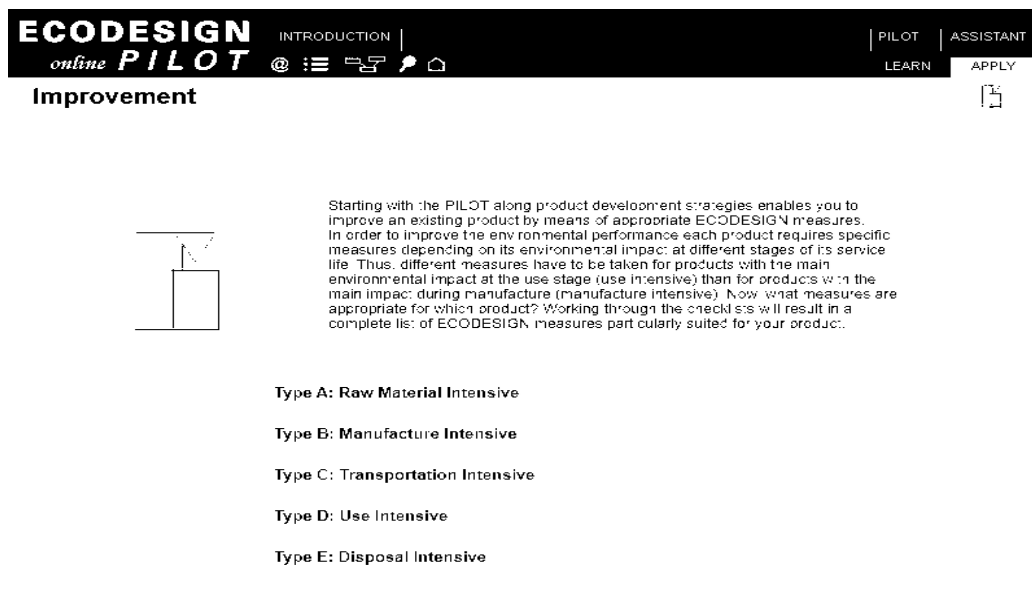
- Κύριες στρατηγικές με υψηλή προτεραιότητα
- Περισσότερες στρατηγικές που πρέπει να πραγματοποιηθούν σε δεύτερο χρόνο
- Πρόσθετες προτεινόμενες στρατηγικές, ως εναλλακτικές

Κλείνοντας, βάσει των παραπάνω, γίνεται απολύτως κατανοητό ότι επικεντρώνεται σε πρώτο χρόνο στις κύριες στρατηγικές που χρήζουν ύψιστης σημασίας για την βελτίωση του προϊόντος και δύναται να επικεντρωθούν αποκλειστικά στα στάδια που χρήζουν προσοχής. Εν συνεχεία, αναφέρονται στρατηγικές που ενώ αποτελούν βασική προτεραιότητα, μπορούν να πραγματοποιηθούν σε δεύτερο χρόνο. Τα αποτελέσματα των στρατηγικών αυτών αφορούν χαμηλότερης αξίας περιβαλλοντικά οφέλη, ωστόσο είναι αξιοσημείωτα να αναφερθούν από τον χρήστη αν κι εφόσον κριθεί απαραίτητο. Επιπρόσθετα, προτείνονται και εναλλακτικές στρατηγικές προς συμπλήρωση των προαναφερθέντων στρατηγικών, οι οποίες επικεντρώνονται

σε ζητήματα που προβάλλουν σε ολόκληρη τη διάρκεια του κύκλου ζωής. Εν προκειμένω, τα συγκεκριμένα ζητήματα θα έχουν ελάχιστη σημασία, ωστόσο σε περίπτωση που πραγματοποιηθούν βελτιωτικές δράσεις αναφορικά με τα ζητήματα αυτά, θα καταβληθεί η λιγότερο δυνατή προσπάθεια.

3.3 Στρατηγικές βελτίωσης και λίστες ελέγχου

Βάσει όσων αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο Βοηθός αποτυπώνει στην φόρμα των αποτελεσμάτων διαφορετικές στρατηγικές βελτίωσης για το εκάστοτε προϊόν. Οι διαφορετικοί στόχοι πριν εφαρμοστούν στον Πιλότο, συζητούνται από την ομάδα παραγωγής, προκειμένου να αναπτυχθούν κατευθυντήριες γραμμές. Το βήμα αυτό ονομάζεται “Σκέψη Κύκλου Ζωής”⁸. Κάθε στρατηγική που αποτυπώνεται στον Βοηθό και που έχει συζητηθεί στο προηγούμενο βήμα που αναφέρθηκε, συνδέεται άμεσα με μία κατηγορία προϊόντος και κατά συνέπεια με μία λίστα ελέγχου, όπως αποτυπώνεται στην ακόλουθη φωτογραφία:



Η πρώτη επαφή με τον Πιλότο είναι η καρτέλα εφαρμογής των διαφορετικών τύπων προϊόντων που αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο και οι οποίοι συνδέονται αυτόματα με τις λίστες ελέγχου. Κάθε τύπος προϊόντος μπορεί να παρέχει από μία λίστα μέχρι δέκα, φτάνοντας το σύνολο των λιστών που δύναται να παρέχει το συγκεκριμένο εργαλείο, στις τριάντα τέσσερις. Προς διευκόλυνση της κατανόησης των λιστών ελέγχου, υπάρχει το πεδίο “Μάθηση”, το οποίο

⁸ Life Cycle Thinking: αποτελεί εργαλείο σκέψης αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο τα προϊόντα και τα υλικά επηρεάζουν τον πλανήτη και τους ανθρώπους. Βασίζεται σε δεδομένα που προκύπτουν σε ολόκληρη τη διάρκεια του κύκλου ζωής.

αναλύει τι περιλαμβάνει η κάθε λίστα. Η παρακάτω λίστα υποδεικνύει ορισμένες στρατηγικές που περιλαμβάνονται στον Πιλότο:

- Μείωση εισροών υλικού
- Μείωση καταναλισκόμενης ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία
- Μείωση μεταφοράς
- Μείωση συσκευασίας
- Μείωση κατανάλωσης στο στάδιο χρήσης
- Μείωση αποβλήτων κατά τη διαδικασία παραγωγής
- Μείωση αποβλήτων κατά το στάδιο χρήσης
- Βελτιστοποίηση τύπου και ποσότητας υλικών
- Βελτιστοποίηση συντήρησης
- Ανακύκλωση υλικών
- κ.ο.κ

Με την εφαρμογή των λιστών ελέγχου, προσδιορίζονται τα κατάλληλα μέτρα οικολογικού σχεδιασμού για την βελτίωση και τον επανασχεδιασμό του προϊόντος που έχει επιλεγεί. Να τονιστεί στο σημείο αυτό πώς τα οικολογικά μέτρα διαφέρουν ανάλογα το προϊόν. Κάθε λίστα ελέγχου ξεχωριστά ξεκαθαρίζει τις κατευθυντήριες γραμμές του οικολογικού σχεδιασμού, παρέχοντας την δυνατότητα να ελεγχθεί κατά πόσον μέρη του προϊόντος ή το ίδιο το προϊόν πληροί τα κριτήρια του οικολογικού σχεδιασμού.

Πρέπει να δοθεί απάντηση σε κάθε ερώτηση αξιολόγησης που “θέτει” η εκάστοτε στρατηγική, προκειμένου να προκύψει ένα πιθανό μέτρο βελτίωσης, το οποίο θα πρέπει στη συνέχεια να αναλυθεί από την σχεδιαστική ομάδα. Θα παρατηρήσει κανείς ότι κάθε ερώτηση μεμονωμένα δεν έχει την ίδια βαρύτητα με την προηγούμενη της κι αυτό σαφώς εξαρτάται από τα δεδομένα που έχουν καταχωρηθεί. Το πρόγραμμα παρέχει την επιλογή τριών κριτηρίων που θα βοηθήσουν να οριστεί η βαρύτητα που πρέπει να αποδοθεί σε κάθε εργασία. Τα κριτήρια είναι τα εξής:

1. Στάθμιση(W) : εδώ καθορίζεται η σημασία της εκάστοτε ερώτησης αξιολόγησης για το ίδιο το προϊόν. Βαθμολογείται με δέκα(10) η ερώτηση που αποτελεί υψίστης σημασίας για το προϊόν, με πέντε(5) η ερώτηση που είναι λιγότερο σημαντική για το προϊόν και με μηδέν(0) η ερώτηση που δεν σχετίζεται με το προϊόν.
2. Αξιολόγηση(A): η ερώτηση που τίθεται σε κάθε εργασία, θα πρέπει να απαντηθεί με μία από τις τέσσερις πιθανές απαντήσεις που δίνεται στο πρόγραμμα. Οι τέσσερις απαντήσεις είναι οι εξής:
 - Βαθμός 1: έχει εκπληρωθεί
 - Βαθμός 2: μάλλον έχει εκπληρωθεί ή μερικώς εκπληρωμένο
 - Βαθμός 3: μάλλον όχι ή εν μέρει δεν πληροί τις προϋποθέσεις
 - Βαθμός 4: δεν έχει εκπληρωθεί
3. Προτεραιότητα(P): εδώ η προτεραιότητα των μέτρων οικολογικού σχεδιασμού υπολογίζεται μόλις πολλαπλασιαστεί η τιμή στάθμισης(W) με την τιμή αξιολόγησης(A). Συνεπώς, οι πιθανές τιμές για την τιμή προτεραιότητας είναι οι 0,10,20,30,40.

Βάσει της πληροφορίας που παρέχεται από το ίδιο το πρόγραμμα, οι υψηλότερες τιμές προτεραιότητας τύπου 30 και 40 υποδηλώνουν ότι οι προτάσεις οικολογικού σχεδιασμού που θα προκύψουν από τις συγκεκριμένες τιμές, θα είναι περισσότερο υποσχόμενες σε σύγκριση με προτάσεις που θα προκύψουν από χαμηλότερη τιμή προτεραιότητας, τύπου 10 και 20. Δραστηριότητες με υψηλή τιμή, προσφέρουν μεγαλύτερη πιθανότητα βελτίωσης για το εν λόγω προϊόν.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΙ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ ΙΟΝΤΩΝ ΛΙΘΙΟΥ

4.1 Γενική επισκόπηση

Η μπαταρία ιόντων-λιθίου (Li-ion) αποτελεί την ταχύτερα αναπτυσσόμενη μπαταρία στον κόσμο των μπαταριών τα τελευταία είκοσι χρόνια. Αποτελεί έναν τύπο επαναφορτιζόμενης μπαταρίας, όπου τα ιόντα λιθίου κατά τη διάρκεια εκφόρτισης της μπαταρίας μετακινούνται από το αρνητικό ηλεκτρόδιο προς το θετικό και αντίστροφα κατά την φόρτιση, από το θετικό προς το αρνητικό. Σε αντίθεση με τις κοινές μπαταρίες λιθίου, οι μπαταρίες ιόντων-λιθίου χρησιμοποιούν μία παρεμβλλόμενη ένωση από άλας λιθίου ως συστατικό ηλεκτροδίου, έναντι μεταλλικού λιθίου που βρίσκει κανείς ως επί το πλείστον στις μπαταρίες λιθίου.

Η χρήση της προτάθηκε για πρώτη φορά την δεκαετία του 1970 από τον M.S. Wittingham του Πανεπιστημίου Binghamton, ο οποίος αναζητούσε εναλλακτικά υλικά χρήσης για την άνοδο και κάθοδο μίας κοινής μπαταρίας. Εν συνεχεία, το 1981 η αμερικάνικη εταιρεία έρευνας και ανάπτυξης Bell Labs δημιούργησε έναν λειτουργικό γραφίτη για την άνοδο της μπαταρίας, ο οποίος θα χρησιμοποιούνταν ως εναλλακτική λύση στην μεταλλική μπαταρία λιθίου. Φτάνοντας στο 1991, η εταιρεία Sony διέθεσε στην αγορά την πρώτη εμπορική μπαταρία ιόντων-λιθίου σε ηλεκτρονικές συσκευές της εποχής, προκειμένου να αντικαταστήσει τα μειονεκτήματα των μπαταριών που χρησιμοποιούνταν.

Η μπαταρία ιόντων-λιθίου έχει καθιερωθεί στην αγορά από κατασκευαστές ως η μπαταρία που χρησιμοποιείται στο μέγιστο βαθμό στα οικιακά ηλεκτρονικά. Αποτελεί την πρώτη επιλογή κατασκευαστών στις φορητές ηλεκτρικές συσκευές, καθώς αποζητούν μία μπαταρία με υψηλή ενεργειακή πυκνότητα και μικρό φαινόμενο μνήμης. Η εν λόγω μπαταρία σπαταλά το λιγότερο δυνατόν ποσοστό ενέργειας, όταν δεν βρίσκεται σε χρήση. Για τον παραπάνω λόγο, τα τελευταία δέκα χρόνια η μπαταρία αυτή γίνεται ολοένα και περισσότερο δημοφιλής και στον τομέα των αυτοκινήτων, και μάλιστα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.



Εικόνα 5 Μπαταρία αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου

Ωστόσο, πρέπει να διευκρινιστεί ότι λόγω της χρήσης της συγκεκριμένης ένωσης λιθίου που αναφέρθηκε παραπάνω, οι εν λόγω μπαταρίες ενδεχομένως να δημιουργήσουν κινδύνους κατά τη μεταφορά τους. Για αυτό και χρησιμοποιούνται αυστηρά πρότυπα ελέγχου, προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν αναφλέξεις, όπως ορίζει και η Ευρωπαϊκή νομοθεσία⁹ βάσει της τελευταίας αναθεώρησης της διάταξης που πραγματοποιήθηκε τον Δεκέμβριο του 2020.

4.2 Κατασκευή των μπαταριών ιόντων-λιθίου

Μία κοινή μπαταρία ιόντων-λιθίου αποτελείται από συγκεκριμένα λειτουργικά μέρη. Τα βασικά λειτουργικά μέρη είναι τρία και χωρίζονται ως εξής:

- Θετικό ηλεκτρόδιο ή κάθοδος: δέχεται ηλεκτρόνια από εξωτερικό κύκλωμα και κατά την διάρκεια της ηλεκτροχημικής αντίδρασης, μειώνεται.
- Αρνητικό ηλεκτρόδιο ή άνοδος: οξειδώνεται κατά την ηλεκτροχημική αντίδραση, καθώς αφήνει τα ηλεκτρόνια στο εξωτερικό κύκλωμα.
- Ηλεκτρολύτης: δια μέσω ιόντων επιτρέπει τη μεταφορά ηλεκτρονίων μεταξύ ανόδου και καθόδου. Συνήθως στις μπαταρίες ιόντων-λιθίου βρίσκεται σε υγρή μορφή.

Ξεκινώντας, το θετικό ηλεκτρόδιο είναι κατασκευασμένο από κοβάλτιο (ως επί το πλείστον), σε αντίθεση με το αρνητικό ηλεκτρόδιο που είναι κατασκευασμένο κατά κύριο λόγο από γραφίτη. Από την άλλη πλευρά, ο ηλεκτρολύτης - όπως είναι φυσιολογικό - κατασκευάζεται από οργανικό διάλυμα και συγκεκριμένα από άλας λιθίου-ιόντων. Αναλόγως με το εάν ακολουθηθεί η διαδικασία φόρτισης ή εκφόρτισης της μπαταρίας, οι ηλεκτροχημικοί ρόλοι των ηλεκτροδίων εναλλάσσονται μεταξύ ανόδου και καθόδου της μπαταρίας.

Σε σύγκριση με τις υπόλοιπες κατηγορίες μπαταριών, οι μπαταρίες ιόντων-λιθίου τείνουν να αποτελούν τις μοναδικές μπαταρίες στις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί εναλλαγή των βασικών στοιχείων κατασκευής τους. Το παραπάνω συμβαίνει, καθώς η σύγχρονη αγορά αποζητά μπαταρίες με μεγάλη πυκνότητα ενέργειας και διάρκεια ζωής. Επιπρόσθετα, οι μπαταρίες αυτές

⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A52020PC0798&qid=1622902323520>

ξεχωρίζουν και για την εναλλαγή των μεγεθών των στοιχείων ιόντων-λιθίου που τις περιλαμβάνουν.

Από άποψη ενεργειακής πυκνότητας¹⁰, η κατανάλωση κυμαίνεται από 100 έως 250 W*h/kg, το οποίο μεταφράζεται σε 300 έως 900 kJ/kg. Με την παραπάνω αναφορά γίνεται εμφανές ότι πλεονεκτεί ως προς την ενεργειακή πυκνότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες μπαταριών, των οποίων η ενεργειακή πυκνότητα φτάνει κατά κύριο λόγο, μέχρι 250 W*h/kg, έχοντας ως αποτέλεσμα μεγαλύτερο ποσοστό αποθήκευσης ενέργειας. Έχοντας ως δεδομένα τα παραπάνω στοιχεία, οι μπαταρίες αυτές μπορούν να αποθηκεύσουν παραπάνω ποσοστό ενέργειας κατά τη χρήση, με το ενδεχόμενο πιθανής υπερθέρμανσης. Για τον λόγο αυτό, αποτελούνται από ένα κουτί υψηλής αντίστασης κατασκευασμένο από αλουμίνιο-έχοντας διπλά τοιχώματα στο αυτοκίνητο-προκειμένου να διασφαλιστεί η διατήρηση της θερμοκρασίας, καθώς και η ασφάλεια του χρήστη. Όσον αφορά τη διάρκεια ζωής τους, αυτή μετρείται σε πρώτο στάδιο σε κύκλους ζωής. Ως ζωή των επαναφορτιζόμενων μπαταριών ορίζεται ο αριθμός των κύκλων ζωής έχοντας ως σημείο αναφοράς την ποσότητα των φορτίσεων-εκφορτίσεων κατά τη διάρκεια της χρήσης. Τα υλικά κατασκευής είναι εκείνα που καθορίζουν τους κύκλους ζωής, εάν και μία κοινή μπαταρία ιόντων-λιθίου σπανίως ξεπερνά τους πεντακόσιους κύκλους ζωής. Αυτό μεταφράζεται σε τρία χρόνια προσδόκιμης ζωής, με γνώμονα τη συνεχή χρήση. Αναφορικά με τις μπαταρίες ιόντων-λιθίου που χρησιμοποιούνται στα οχήματα, η διάρκεια ζωής τους ορίζεται μεταξύ οκτακοσίων και χιλίων κύκλων ζωής, τα οποία αντιστοιχούν σε μία απόσταση μεταξύ 50.000 και 100.000 χιλιομέτρων. Επιπρόσθετα, η συσκευασία δεν παίζει ιδιαίτερο ρόλο στη συγκεκριμένη κατηγορία μπαταριών, καθώς λόγω της αξιοποίησής τους σε αυτοκίνητα, η ενσωμάτωσή τους στο εκάστοτε “αντικείμενο” γίνεται απευθείας για την αποφυγή τυχόν μεταφοράς αυτών.

Οι σύγχρονες αρχιτεκτονικές που ακολουθούνται για την κατασκευή του συγκεκριμένου προϊόντος, προστάζουν την αύξηση απόδοσης της μπαταρίας με την λιγότερη δυνατή χρήση υλικών. Καθώς το λίθιο ως στοιχείο προκαλεί αντιδράσεις σε συνδυασμό με το νερό, χρησιμοποιείται ένας μη υδατινός ηλεκτρολύτης, προκειμένου να σταματήσει οποιαδήποτε πιθανή αντίδραση και να αποφευχθεί η δημιουργία υγρασίας στην κατασκευή της μπαταρίας. Την τελευταία δεκαετία, η κατασκευή της εν λόγω μπαταρίας προσαρμόζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα με την εξέλιξη της τεχνολογίας και με τη συνήθη χρήση σε αυτοκίνητα. Για τον λόγο αυτό, υλικά όπως ο χάλυβας, ο χαλκός και το αλουμίνιο αποτελούν υλικά που επιλέγονται κατά κόρον από τους κατασκευαστές.

Τέλος, παρατηρήθηκε ότι μέχρι τον Δεκέμβριο του 2020 ανακυκλωνόταν μόλις το 5% των μπαταριών ιόντων-λίθου παγκοσμίως. Στο ποσοστό αυτό συμβάλλει το γεγονός ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί ολοκληρωμένες έρευνες πάνω στην εν λόγω μπαταρία και το κατά πόσον πληροί στο μέγιστο βαθμό τα περιβαλλοντικά κριτήρια βάσει της επικείμενης νομοθεσίας.

¹⁰ Ενεργειακή πυκνότητα μάζας: η ποσότητα που μπορεί να αποθηκευτεί ανά μονάδα μάζας ή βάρους της μπαταρίας

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ECODESIGN PILOT

5.1 Περιγραφή

Προκειμένου να αξιολογηθεί η σύσταση και δομή των μπαταριών ιόντων-λιθίου μέσω του Ecodesign Pilot, ακολουθήθηκε ένα συγκεκριμένο σενάριο στο οποίο θα βασιστούν τα δεδομένα μιας μπαταρίας αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου, τα οποία ακολουθούν στις επόμενες ενότητες. Αξίζει να σημειωθεί πώς λόγω της χρήσης του συγκεκριμένου εργαλείου από την παγκόσμια κοινότητα, περάστηκαν δεδομένα σε λατινικούς χαρακτήρες και όχι στην γλώσσα γραφής της παρούσας έρευνας, καθώς τα Ελληνικά δεν προσφέρονται ακόμη ως διαθέσιμη γλώσσα.

The screenshot displays the ECODESIGN online PILOT Assistant interface. The top navigation bar includes 'INTRODUCTION', 'PILOT', and 'ASSISTANT'. The main content area is titled 'Assistant' and features a 'Description' tab. The description text explains the tool's purpose and provides instructions. The form fields are filled with the following data: Product Name: Lithium-Ion battery; Product Life Time: 3 years; Functional Unit: conversion of chemical energy into electricity within 10kg. A 'goto next form' button is located at the bottom of the form area. The footer contains copyright information for Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN.

Ξεκινώντας, στην πρώτη φόρμα της περιγραφής του Βοηθού κατονομάστηκε το προϊόν με την πλήρη ονομασία "Lithium-ion battery" στο πεδίο της ονομασίας προϊόντος (Product Name). Ως

προσδοκώμενο χρόνο ζωής, επιλέχθηκαν κατά μέσο όρο τα τρία χρόνια, βασιζόμενα σε έρευνες στον τομέα της ηλεκτροκίνησης¹¹ για τη διάρκεια ζωής μίας κοινής μπαταρίας ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Να σημειωθεί εδώ, πώς στην προκειμένη περίπτωση σημαντικό ρόλο παίζουν τα χιλιόμετρα που διανύει το αυτοκίνητο και που θα επηρεάσει τη χρήση της μπαταρίας. Τέλος, στο πεδίο της λειτουργικής μονάδας (Functional unit) τέθηκε η κύρια λειτουργία της συγκεκριμένης μπαταρίας με σημείο αναφοράς τα 10kg μάζας. Για την έρευνά μας υπολογίστηκε ότι η μπαταρία ιόντων-λιθίου μετατρέπει την χημική ενέργεια σε ηλεκτρική, μέσα σε μάζα 10kg. Με την συμπλήρωση των παραπάνω δεδομένων, επιλέγεται η συνέχιση στην επόμενη φόρμα, πατώντας το κουμπί που προσφέρεται στο τέλος της φόρμας κάτω δεξιά.

5.2 Χρήση πρώτων υλών

Συνεχίζοντας, στην δεύτερη φόρμα του Βοηθού εισήχθηκαν όλα εκείνα τα συστατικά του προϊόντος, με την ανάλυση των οποίων θα εκτιμηθεί κατά πόσον το προϊόν αποτελεί υπόδειγμα προϊόντος φιλικού προς το περιβάλλον. Τα συστατικά του προϊόντος που καταχωρήθηκαν στην δεύτερη φόρμα, επιλέχθηκαν από των κατάλογο υλικών και των ποσοτήτων μίας κοινής μπαταρίας αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου - σε συνολική μάζα μπαταρίας 10 έως 12 kg - που απαιτούνται για την κατασκευή του τελικού προϊόντος.

Table 2-1. Bill of Materials for Li-ion Batteries Assessed (Total Mass: 10-12 kg)

Component	Percent Mass (%) ¹¹
Anode	15 – 24
Copper foil (collector)	1 – 12
Battery grade graphite/carbon	8 – 13
Polymer	<1 – 0
Auxiliary solvent ¹²	<1 – 6
Cathode	29 – 39
Aluminum (collector)	4 – 9
Lithium-ion material	22 – 31
Polymer/other	<1 – 3
Auxiliary solvent ¹²	<1 – 11
Separator	2 – 3
Polymer	2 – 3
Cell Casing	3 – 20
Aluminum casing and polymer pouch	3 – 20
Electrolyte	8 – 15
Carbonate solvents	7 – 13
Lithium hexafluorophosphate (LiPF ₆)	1 – 2
BMS	2
Copper wiring	1
Steel	1
Printed wire board	<1
Battery Pack Casing/Housing	17 – 23
Polypropylene/polyethylene terephthalate/steel	17 – 23
Passive Cooling System ¹²	17 – 20
Steel and aluminum	17 – 20
Total	100

Εικόνα 6 Κατάλογος υλικών μίας κοινής μπαταρίας αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου

¹¹ <https://www.4troxoi.gr/perivallon/periballon-eidiseis/mythoi-kai-alitheies-gia-tin-ilektrokinisi/>

Βάσει της παραπάνω εικόνας, παρατηρείται ότι το κάθε υλικό ξεχωριστά αποτυπώνεται με ποσοστό επί της συνολικής μάζας της μπαταρίας μεταξύ 10 και 12kg. Για αυτόν τον λόγο, κρίθηκε απαραίτητο να γίνει μετατροπή των ποσοστών αυτών σε κιλά με τη βοήθεια της συνολικής μάζας της μπαταρίας. Ως συνολική μάζα επιλέχθηκαν τα 10 kg. Έγινε επιλογή των υλικών της παραπάνω εικόνας για την μετατροπή αυτή και πιο συγκεκριμένα των στέρεων υλικών, καθώς το εργαλείο της έρευνας μπορεί να κατηγοριοποιήσει σε τάξεις υλικών μόνο τα στέρεα στοιχεία ενός προϊόντος και όχι τα υγρά. Επιπλέον, θα παρατηρήσει κανείς ότι στον κατάλογο υλικών αναφέρονται υλικά τα επαναλαμβάνονται όπως το πολυμερές σε άνοδο, κάθοδο και διαχωριστή ή το αλουμίνιο σε κάθοδο και σε περίβλημα κυψέλης. Για τα συγκεκριμένα υλικά, χρειάστηκε να προστεθούν τα ποσοστά για όσες φορές επαναλαμβάνονται, το οποίο θα αναλυθεί σε επόμενη αναφορά.

1. Product data			
Product part	Mass [kg]	Material	Class
Copper foil	0.6	Copper	VI
Battery grade	0.8	Graphite/ Carbon	VI
Polymer	2.3	Polymer	IV
Aluminum	0.7	Aluminum	VI
Lithium - ion material	2.2	Cobalt - Nickel	VI
Steel	0.1	Steel	III
Steel / Aluminum	1.7	Steel/ Aluminum	VI

2. Product data			
Part of packaging	Mass [kg]	Material	Class

3. Does the Product contain parts that constitute a hazard to the environment at the end of life without expert disposal ("small quantities - great impact")? yes

[goto next form](#)

Στο σημείο αυτό επιλέχθηκαν συγκεκριμένα υλικά λόγω της στέρεας μορφής τους, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Με δεδομένη τη συνολική μάζα της μπαταρίας τα υλικά που επιλέχθηκαν προς μετατροπή και για τα οποία επιλέχθηκε συγκεκριμένη τιμή ποσοστού μάζας(είτε η αρχική τιμή είτε η μέση), ήταν τα ακόλουθα :

- Φύλλο χαλκού(copper foil)
- Βαθμός μπαταρίας(battery grade)¹²

¹² Βαθμός μπαταρίας: αντιπροσωπεύει την χωρητικότητα και την εσωτερική αντίσταση σε ένα εύρος τιμών.Ανάλογα την γραμμή παραγωγής που ακολουθείται,τα κελιά μπαταρίας χωρίζονται σε : 1)Βαθμός A άνω των 1100 mAh με εσωτερική αντίσταση κάτω από 60 χιλιοστά και σε 2) βαθμός B έως 1100 mAh με εσωτερική αντίσταση από 60 έως 80 χιλιοστά.

- Polymer (πολυμερές)
- Aluminum (αλουμίνιο)
- Lithium-ion material (υλικό Ιόντων-λιθίου)
- Steel (χάλυβας)
- Steel/Aluminum (χάλυβας/αλουμίνιο)

Εν συνεχεία, ακολουθούν όλες οι μετατροπές όπως πραγματοποιήθηκαν, συμπεριλαμβανομένων και των υλικών όπου αναφέρονταν περισσότερο από μία φορά και για τα οποία χρειάστηκε να γίνει πρόσθεση των αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα θα αναφερθούν με την σειρά αναφοράς, όπως ακολουθήθηκε σε προηγούμενη αναφορά και με τον τρόπο που αποτυπώνονται στο εργαλείο. Εφόσον θεωρήθηκε η συνολική μάζα της μπαταρίας να κυμαίνεται από 10 έως 12kg και επιλέχθηκε το 10kg ως τιμή μάζας, τα αποτελέσματα είχαν αντίστοιχη τιμή, η οποία και αναλύεται στη συνέχεια:

- Copper foil: επιλέχθηκε η μέση τιμή 6, οπότε $(10\text{kg}) \cdot (6) / 100 = 0.6 \text{ kg}$
- Battery grade: επιλέχθηκε η αρχική τιμή 8, οπότε $(10\text{kg}) \cdot (8) / 100 = 0.8\text{kg}$
- Polymer:
- Aluminum: καθώς εμφανίζεται σε κάθοδο και στο περίβλημα της κυψέλης επιλέχθηκε στην κάθοδο η αρχική τιμή 4 και στο περίβλημα η τιμή η αρχική τιμή 3, οπότε $(10\text{kg}) \cdot 4 / 100 = 0.4\text{kg}$ και $(10\text{kg}) \cdot 3 / 100 = 0.3\text{kg}$, άρα $(0.4 + 0.3) = 0.7\text{kg}$
- Lithium-ion material: επιλέχθηκε η αρχική τιμή 22, οπότε $(10\text{kg}) \cdot 22 / 100 = 2.2\text{kg}$
- Steel: επιλέχθηκε η τιμή 1, οπότε $(10\text{kg}) \cdot 1 / 100 = 0.1\text{kg}$
- Steel/aluminum: επιλέχθηκε η αρχική τιμή 17, οπότε $(10\text{kg}) \cdot 17 / 100 = 1.7\text{kg}$

Τα παραπάνω αποτελέσματα φανερώνουν ότι σε μια μπαταρία αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου, τα συστατικά που υπερτερούν σε αντίθεση με τα υπόλοιπα, είναι αφενός το άλας Ιόντων-λιθίου ως υγρό στοιχείο με μάζα 2.2kg στα 10kg της μπαταρίας και αφετέρου ο χάλυβας/αλουμίνιο και το αλουμίνιο με τιμές 1.7kg και 0.7 kg, αντίστοιχα. Σε επόμενη ενότητα θα αναλυθεί εάν τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να βελτιωθούν κατά τη διάρκεια επανασχεδιασμού του προϊόντος μελέτης.

Προκειμένου να κατηγοριοποιηθούν τα υλικά με βάση τις τάξεις υλικών που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη ενότητα, έγινε αναφορά στα υλικά κατασκευής τους, η οποία κατηγοριοποίηση προέκυψε ως εξής:

- Copper foil: υλικό φτιαγμένο από χαλκό, βάσει των τάξεων υλικών ανήκει στην έκτη τάξη, καθώς ο χαλκός αποτελεί βασικό στοιχείο κατασκευής.
- Battery grade: υλικό φτιαγμένο από γραφίτη και άνθρακα, βάσει των τάξεων υλικών ανήκει στην έκτη τάξη, καθώς η τάξη αυτή περιλαμβάνει τον άνθρακα ως πιο κοντινή κατηγοριοποίηση.

- Polymer: υλικό φτιαγμένο από πολυμερές (κατηγορία πλαστικού), βάσει των τάξεων υλικών ανήκει στην τέταρτη τάξη, όπως όλες οι κατηγορίες πλαστικών που προσφέρει το εργαλείο.
- Aluminum: υλικό φτιαγμένο από αλουμίνιο, βάσει των τάξεων υλικών ανήκει στην έκτη τάξη, καθώς το αλουμίνιο αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο κατασκευής.
- Lithium-ion material: υλικό φτιαγμένο από άλας ιόντων-λιθίου και λόγω του υγρού στοιχείου, βάσει των τάξεων υλικών ανήκει στην έκτη τάξη. Στο συγκεκριμένο σημείο, να αναφερθεί ότι καθώς το εργαλείο προσφέρει κατηγοριοποίηση αναφορικά με τα στέρεα στοιχεία ενός προϊόντος και όχι με τα υγρά, το στοιχείο αυτό είχε ως πιο κοντινά υλικά το κοβάλτιο και το νικέλιο, για αυτό έγινε η ανάλογη αναφορά.
- Steel: υλικό φτιαγμένο από χάλυβα, βάσει των τάξεων υλικών ανήκει στην τρίτη κατηγορία, με τον χάλυβα να αποτελεί στοιχείο κατασκευής.
- Steel/aluminum: υλικό φτιαγμένο από χάλυβα και αλουμίνιο, βάσει των τάξεων υλικών επιλέχθηκε η έκτη τάξη, καθώς αποτελεί την τάξη που περιλαμβάνει και τα δύο στοιχεία ξεχωριστά.

Η κατηγοριοποίηση των υλικών βοηθάει αφενός, στο να γίνει σαφής η προέλευση και κατασκευή των μερών ενός προϊόντος και αφετέρου, στην κατανομή των υλικών ως προς το ποσοστό τοξικότητας προς το περιβάλλον. Εντούτοις, η εν λόγω κατηγοριοποίηση θα χρησιμοποιηθεί μεταγενέστερα, προκειμένου να κατανεμηθούν τα υλικά ανάλογα με το υλικό από το οποίο προέρχονται, σε καθεστώς ανακύκλωσης.

Επιπρόσθετα, αξίζει να αναφερθεί πώς ανάλογα το προϊόν το οποίο αξιολογείται, συμπληρώνονται αντιστοίχως τα δεδομένα. Στην προκειμένη περίπτωση, τέθηκε το ερώτημα για το εάν θα πρέπει να εισαχθούν δεδομένα συσκευασίας στο εργαλείο, αναφορικά με το προϊόν. Κατόπιν σχετικής έρευνας, διαπιστώθηκε πώς η κοινή μπαταρία αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου τα τελευταία χρόνια δεν περιλαμβάνει συσκευασία για το προϊόν, καθώς η πλειοψηφία των κατασκευαστών τοποθετεί απευθείας την μπαταρία στο αυτοκίνητο. Για αυτό άλλωστε και δεν έγινε εισαγωγή δεδομένων στο παρόν στάδιο.

Τέλος, στην φόρμα χρήσης πρώτων υλών προσφέρεται η ερώτηση “Εάν το προϊόν περιλαμβάνει μέρη (με μικρή ποσότητα μάζας) επιβλαβή προς το περιβάλλον τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν μεγάλες επιπτώσεις”. Η απάντηση που δόθηκε και η οποία προέκυψε από ενδελεχή έρευνα στα υλικά κατασκευής, ήταν η απάντηση “Yes”, δηλαδή “Ναι”. Όπως κάθε προϊόν, έτσι και η μπαταρία ιόντων-λιθίου περιλαμβάνει υλικά τα οποία χωρίς ορθή κατανομή και διαχείριση, τείνουν να προκαλέσουν τοξικότητα. Στην μελέτη περίπτωσης της έρευνας και κατόπιν ελέγχου του ποσοστού μάζας που καλύπτει το κάθε υλικό ξεχωριστά, τα υλικά τα οποία τείνουν να είναι επιβλαβή προς το περιβάλλον είναι τα ακόλουθα: το άλας ιόντων λιθίου, το πολυμερές, καθώς και το αλουμίνιο.


5.3 Κατασκευή

Καθώς έχουν εισαχθεί όλα τα στέρεα στοιχεία του προϊόντος που απαιτούνται στην δεύτερη φόρμα του Βοηθού, ακολουθεί η εισαγωγή δεδομένων στην τρίτη φόρμα, που αποτελεί και το στάδιο της κατασκευής του προϊόντος. Παρατηρείται ότι η εισαγωγή των πρώτων υλών, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στα στάδια του εργαλείου που ακολουθούν, καθώς πάνω σε αυτά θα βασιστεί αφενός, η μορφή διάθεσης αποβλήτων του προϊόντος και αφετέρου, η εξαγωγή συμπερασμάτων στο τέλος του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Please indicate data referring to the manufacture of your product.
Again, you will get support by clicking the help-symbol next to the "Class" heading.

4. **Energy input**
 Electric energy [kWh] Overhead energy: Energy for heating, lighting, ... in addition to process energy
 Thermal energy [MJ]

5. **Waste per Unit**

Waste	Mass [kg]	Material	Class 
Copper	<input type="text" value="0.06"/>	Copper	VI <input type="text"/>
Aluminum	<input type="text" value="0.07"/>	Aluminum	VI <input type="text"/>
Separator plastics	<input type="text" value="0.23"/>	Plastic	III <input type="text"/>
Carbon black and binder	<input type="text" value="0.08"/>	Carbon	VI <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Material

6. Production volume (Units/Pieces per Year)

7. Input of environmentally hazardous auxiliary and process materials per unit produced

8. Percentage of external parts

9. Hauling distance for external parts per unit

Αρχικά, η καταχώρηση δεδομένων ξεκίνησε με την εισαγωγή της εισροής ενέργειας σε δύο κατηγορίες: 1) την ηλεκτρική ενέργεια σε kWh και 2) την θερμική ενέργεια σε MJ. Δεδομένου ότι η εισροή ενέργειας ενδεχομένως να διαφέρει σε πολλές μπαταρίες λόγω της ποικιλίας υλικών θετικού και αρνητικού ηλεκτροδίου, βάσει των σχετικών δειγμάτων της μπαταρίας, τέθηκαν ως εισροή ηλεκτρικής ενέργειας οι 150 κιλοβατώρες(kWh). Αντίθετα, ως εισροή θερμικής ενέργειας τέθηκαν τα 0.72 MJ, καθώς η θερμική ενέργεια σε αυτό το είδος κατηγορίας μπαταριών επιδέχεται τιμές από 0.36 MJ έως 0.87 MJ. Η πιο συνηθισμένη τιμή εισροής ενέργειας σε MJ στο στάδιο της κατασκευής βρίσκεται συνήθως σε τιμές από 0.70 έως 0.75MJ.

Στη συνέχεια, για το σημείο στο οποίο γίνεται αναφορά σε πρόσθετη ενέργεια που χρησιμοποιείται σε θέρμανση, φωτισμό και ψύξη, κρίθηκε σκόπιμο να μην επιλεγεί άλλη απάντηση πέραν της απάντησης “Μετριοπαθές 100%”. Αλλωστε η συγκεκριμένη αναφορά στο εργαλείο, σχετίζεται άμεσα με την επιρροή ή μη του γενικού κόστους του προϊόντος από ενδεχόμενη εισροή εκτός από την ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Με την δοθείσα απάντηση

γίνεται κατανοητό ότι το γενικό κόστος στο εν λόγω προϊόν δεν επηρεάζεται, δεδομένου ότι δεν υπάρχει πρόσθετη εισροή ενέργειας.

Αφού ολοκληρωθεί η καταχώρηση των δεδομένων που αφορούν την εισροή ενέργειας, εμφανίζονται τα αντίστοιχα πεδία για την εισαγωγή δεδομένων που αφορούν τα απόβλητα εξόδου ανά μονάδα παραγωγής, τα οποία μετρώνται σε μάζα, όπως έγινε στην προηγούμενη φόρμα. Λόγω του ότι η συγκεκριμένη μπαταρία μέχρι τον Δεκέμβριο του 2020 ανακυκλώνόταν σε ποσοστό μόλις 5% παγκοσμίως, κρίθηκε απαραίτητο να θεωρηθεί ένα συγκεκριμένο ποσοστό ως απόβλητα εξόδου της παραγωγικής διαδικασίας για κάθε στοιχείο του προϊόντος, το οποίο ποσοστό αγγίζει το 10%. Με γνώμονα την καταχώριση των πρώτων υλών στην δεύτερη φόρμα του εργαλείου, το ποσοστό αποβλήτων εξόδου 10% κατανέμεται στο εργαλείο ως εξής:

- Copper foil: λαμβάνοντας υπόψιν το 0.6kg που καταχωρήθηκε στην χρήση πρώτων υλών ως τιμή μάζας, εδώ χρησιμοποιείται εκ νέου και προκύπτει η ακόλουθη τιμή:
 $(0.6) * (10/100) = 0.06\text{kg}$ ως τελική τιμή
- Aluminum: λαμβάνοντας υπόψιν το 0.7kg που καταχωρήθηκε στην χρήση πρώτων υλών ως τιμή μάζας, εδώ χρησιμοποιείται εκ νέου και προκύπτει η ακόλουθη τιμή:
 $(0.7) * (10/100) = 0.07\text{kg}$ ως τελική τιμή
- Separator plastics: εδώ χρησιμοποιήθηκε εκ νέου το πολυμερές και λαμβάνοντας υπόψιν το 2.3kg που καταχωρήθηκε ως τιμή μάζας, προκύπτει η ακόλουθη τιμή:
 $(2.3) * (10/100) = 0.23\text{kg}$ ως τελική τιμή
- Carbon black and binders: εδώ χρησιμοποιήθηκε εκ νέου ο άνθρακας από τον βαθμό της μπαταρίας και λαμβάνοντας υπόψιν το 0.8kg που καταχωρήθηκε ως τιμή μάζας, προκύπτει η ακόλουθη τιμή:
 $(0.8) * (10/100) = 0.08\text{kg}$ ως τελική τιμή

Και σε αυτήν την φόρμα, κρίνεται απαραίτητη η κατηγοριοποίηση των υλικών, ανάλογα με το υλικό κατασκευής και ο διαχωρισμός αυτών στις τάξεις που αναφέρθηκε προηγουμένως. Ο διαχωρισμός στις τάξεις υλικών πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- Copper foil: όπως και σε προηγούμενη αναφορά έτσι και τώρα ανήκει στην έκτη τάξη των υλικών που προσφέρει το εργαλείο, λόγω της ύπαρξης του χαλκού ως κυρίαρχο στοιχείο.
- Aluminum: όπως και σε προηγούμενη αναφορά έτσι και τώρα ανήκει στην έκτη τάξη των υλικών, καθώς το αλουμίνιο αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο.
- Separator plastics: μολονότι έχει καταχωρηθεί με διαφορετική ονομασία στην παρούσα φόρμα, κατατάσσεται στην τέταρτη κατηγορία τάξης των υλικών, λόγω της κυριαρχίας του πλαστικού ως στοιχείο.
- Carbon black and binders: όπως και σε προηγούμενη αναφορά σχετικά με την επιλογή του άνθρακα ως υλικό κατασκευής του βαθμού της μπαταρίας, έτσι και εδώ με την κυριαρχία του άνθρακα κατατάσσεται στην έκτη κατηγορία των υλικών.

Εκτός από την κατηγοριοποίηση των υλικών, η τρίτη φόρμα του εργαλείου απαιτεί να καταχωρηθεί μία εξίσου σημαντική πληροφορία, όπως είναι η μορφή διάθεσης των αποβλήτων. Με σχετική αναφορά σε προηγούμενη ενότητα, το εργαλείο διαχωρίζει τη μορφή διάθεσης των

αποβλήτων και κρίθηκε αναγκαίο η παρούσα έρευνα να ακολουθήσει τον συγκεκριμένο διαχωρισμό. Μεταξύ των επιλογών που δίνει το εργαλείο, η επιλογή ‘‘Μερική ανακύκλωση των υλικών’’ ορίζεται ως η ορθή, όπως διαπιστώνεται από την παραπάνω εικόνα. Τα κυρίαρχα υλικά της μπαταρίας ιόντων-λιθίου τα οποία αναλύονται στην τρίτη φόρμα του εργαλείου-ανακυκλώνονται μερικώς, με το ποσοστό της ανακύκλωσης να μην ξεπερνάει κατά βάση το 31% του εκάστοτε υλικού. Καθώς δεν έχουν πραγματοποιηθεί εν έτη 2021 ολοκληρωμένες έρευνες αναφορικά με την ανακύκλωση των εν λόγω μπαταριών εξ’ ολοκλήρου, η επιστημονική κοινότητα δύναται να εξάγει δεδομένα αποκλειστικά από την μερική ανακύκλωση των υλικών.

Επιπρόσθετα, στην φόρμα απαντήθηκαν και ερωτήματα τα οποία αφορούν τον όγκο παραγωγής του υλικού που κατασκευάζεται ανά έτος. Οι προεπιλεγμένες επιλογές του εργαλείου, ώθησαν στο να επιλεγεί ως όγκος παραγωγής σε μονάδες, η τιμή από 10 έως 10.000 μονάδες ανά έτος. Στην παραπάνω επιλογή λήφθηκε υπόψιν η έναρξη της πανδημίας το 2020, όπου η κατασκευή των μπαταριών αυτών οριοθετήθηκε 7.000 με 8.000 μειώνοντας την παραγωγή σε ποσοστό ύψους 25% παγκοσμίως.

Τέλος, όσον αφορά την εισαγωγή επικίνδυνων βοηθητικών υλικών, δόθηκε ως απάντηση η επιλογή ‘‘Μάλλον λίγα’’, διότι η κατηγορία μπαταριών της παρούσας διπλωματικής, αποτελεί μία από τις κατηγορίες στις οποίες τα βοηθητικά υλικά είναι ελάχιστα έως μηδαμινά, κάτι που βοηθά την έρευνα να εστιάσει αποκλειστικά στα βασικά υλικά. Το ίδιο ισχύει αναφορικά με τα εξωτερικά υλικά της μπαταρίας, καθώς αντιπροσωπεύουν μόλις το 10 με 30% της μάζας της μπαταρίας και για τα οποία η απόσταση έλξης δεν αποτελεί μείζον θέμα μεταξύ του βασικού υλικού και του εξωτερικού υλικού λόγω του μικρού ποσοστού ύπαρξης του τελευταίου στις μπαταρίες.

5.4 Διανομή

Ο τρόπος μεταφοράς ενός προϊόντος, παίζει σημαντικό ρόλο για την αλυσίδα αξίας στην οποία ανήκει το προϊόν. Παρόλο που οι μπαταρίες ιόντων-λιθίου αποτελούν πλέον τις πιο διαδεδομένες μπαταρίες αυτοκινήτων, ο τρόπος διανομής τους περιορίζεται μεταξύ των διαθέσιμων μεταφορικών μέσων που δύναται να παράσχει ένα εργοστάσιο. Το εργαλείο του Οικολογικού Σχεδιασμού βοηθά στο να επιλεγεί το κατάλληλο μεταφορικό μέσο για το προϊόν, ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις. Στην εικόνα που ακολουθεί, επιλέχθηκε το μεταφορικό μέσο για τις μπαταρίες ιόντων-λιθίου, βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων.

Next, fill in data concerning distribution of the product.
Indicate average hauling distance and means of transportation used for the distribution of the product.

10. Average transportation for product distribution

Means of transportation	Hauling distance [km]
Ship (Overseas)	<input type="text"/>
Ship (Inland)	<input type="text"/>
Railroad	<input type="text"/>
Truck	704km
Van	<input type="text"/>
Car	<input type="text"/>
Aircraft	<input type="text"/>

11. Type of packaging Disposable packaging ▼

Για την παρούσα μελέτη περίπτωσης, ως αφετηρία της διανομής των μπαταριών ιόντων-λιθίου ορίστηκε το εργοστάσιο στην Μαγούλα Αττικής, ενώ ως τέρμα της διαδρομής το εργοστάσιο μπαταριών “SUNLIGHT” με έδρα το Νέο Όλβιο Ξάνθης. Υπολογίστηκε η χιλιομετρική απόσταση μεταξύ των περιοχών Μαγούλα Αττικής και Νέο Όλβιο Ξάνθης και ορίστηκε στα 704 χιλιόμετρα. Λόγω της ιδιαιτερότητας των εν λόγω μπαταριών, επιλέχθηκε ως ενδεδειγμένος τρόπος μεταφοράς του προϊόντος η μεταφορά με φορτηγά χωρητικότητας 40 τόνων. Η επιλογή του συγκεκριμένου μέσου μεταφοράς, προέκυψε από το γεγονός ότι οι μπαταρίες ιόντων-λιθίου κρίνονται επιρρεπείς σε συνθήκες χαμηλής πίεσης, με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες. Ενδεχόμενη υπερθέρμανση της μπαταρίας αυτής, μπορεί να οδηγήσει σε έκρηξη και ως εκ τούτου θεωρείται επικίνδυνο προϊόν. Παράδειγμα μέσου μεταφοράς προς αποφυγή αποτελεί το αεροπλάνο, όπου σύμφωνα με ευρωπαϊκές έρευνες¹³ έχουν παρατηρηθεί και τα περισσότερα φαινόμενα εκρήξεων της μπαταρίας, εξαιτίας της ύπαρξης ηλεκτρολύτη. Τέλος, αν και αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα ότι η μπαταρία αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου είθισται να μην περιλαμβάνει συσκευασία, το εργαλείο θεωρεί υποχρεωτικό στην παρούσα φόρμα να επιλεγεί ο τύπος της συσκευασίας κατά τη μεταφορά. Δεδομένης της “αυστηρής” μεταφοράς του προϊόντος μέσω φορτηγών χωρητικότητας 40 τόνων, επιλέχθηκε η συσκευασία μίας χρήσης λόγω της ύπαρξης εύφλεκτου υλικού, όπως είναι ο ηλεκτρολύτης. Καθώς επιλέχθηκε σε προηγούμενη ενότητα να μην χρησιμοποιηθεί, η συσκευασία μίας χρήσης αποτελεί την κοντινότερη επιλογή για τον συγκεκριμένο σκοπό.

¹³<https://www.easa.europa.eu/domains/passengers/dangerous-goods>

5.5 Χρήση προϊόντος


Στην παρούσα φόρμα, τα δεδομένα που χρειάστηκε να περαστούν αφορούν το στάδιο χρήσης και βασίστηκαν στα ήδη υπάρχοντα δεδομένα από τις προηγούμενες ενότητες. Ωστόσο, όπως θα παρατηρηθεί από την εικόνα που ακολουθεί και σε αυτήν την φόρμα δεν συμπληρώθηκαν όλα τα πεδία που μπορούν να εισαχθούν δεδομένα. Αυτό συμβαίνει, γιατί όπως τονίστηκε παραπάνω, το κάθε προϊόν που καταχωρείται έχει διαφορετικές απαιτήσεις και προδιαγραφές. Μπορεί να αποφευχθεί η εισαγωγή δεδομένων που χωρίς την καταχώρισή τους, δεν επηρεάζεται το τελικό αποτέλεσμα για το προϊόν, όπως συνέβη και στην συγκεκριμένη περίπτωση της μπαταρίας αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου.

Κατόπιν έρευνας παρατηρήθηκε ότι η μπαταρία αυτοκινήτου χρησιμοποιείται κατά μέσο όρο 200 φορές ανά έτος ζωής του προϊόντος αυτού του ίδιου. Το νούμερο αυτό επιλέχθηκε να καταχωρηθεί στην φόρμα, υπολογίζοντας το σύνολο των ημερών μέσα στο έτος (365) συμπεριλαμβανομένων το Σαββατοκύριακων που μεσολαβούν και δεδομένου ότι η χρήση γίνεται μία φορά την ημέρα. Για το υλικό της μελέτης περίπτωσης, κρίθηκε ορθό να μην συμπληρωθούν τα δεδομένα που αφορούν την είσοδο του υλικού σε κάθε χρήση (Input per use) και τα απόβλητα ανά χρήση (Waste per use), καθώς δεν χρησιμοποιήθηκαν κατά την χρήση του προϊόντος βοηθητικά υλικά σε ποσοστό πάνω από το 10% της συνολικής μάζας. Τέλος, στην ερώτηση αναφορικά με πιθανή δυσλειτουργία του προϊόντος και δυνητικού κινδύνου προς το περιβάλλον, επιλέχθηκε η απάντηση “Πιθανό” (Probable), δεδομένου ότι το προϊόν αποτελείται από υλικά βλαβερά προς το περιβάλλον-ασχέτως του μικρού ποσοστού ύπαρξης αυτών- και σε ενδεχόμενη δυσλειτουργία του προϊόντος θα διεισδύσουν στο περιβάλλον.

5.6 Τέλος κύκλου ζωής της μπαταρίας ιόντων-λιθίου

Στο τελευταίο στάδιο του Βοηθού που αποτελεί και το τέλος του κύκλου ζωής της μπαταρίας ιόντων-λιθίου, εμφανίστηκαν εκ νέου αυτόματα όσα μέρη του προϊόντος συμπληρώθηκαν στην

16. Product data

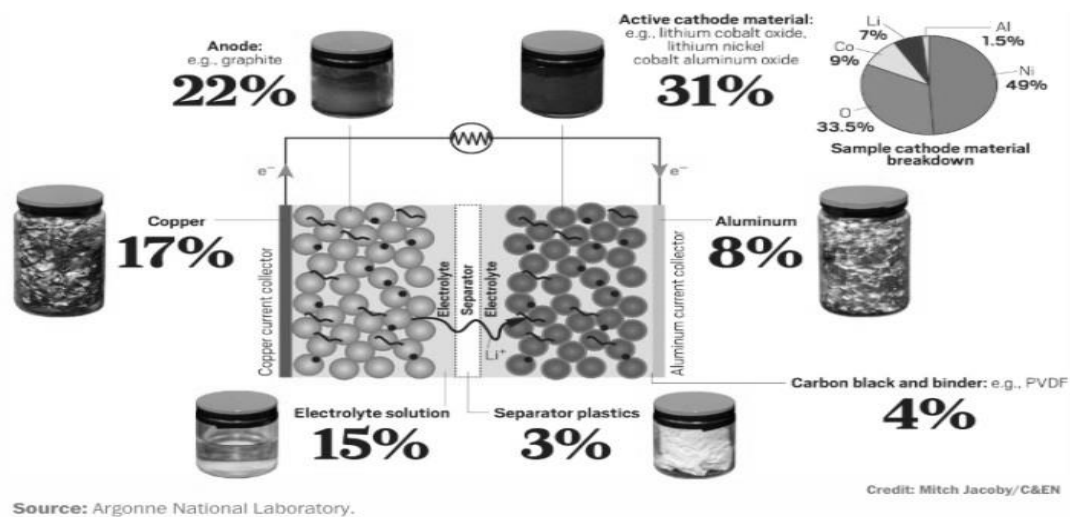
Product part	Mass [kg]	Material	Disposal 
Copper foil	0.6	Copper	recycling ▼
Battery grade	0.8	Graphite/ Carbon	reuse ▼
Polymer	2.3	Polymer	landfill ▼
Aluminum	0.7	Aluminum	recycling ▼
Lithium - ion material	2.2	Cobalt - Nickel	hazardous waste ▼
Steel	0.1	Steel	recycling ▼
Steel / Aluminum	1.7	Steel/ Aluminum	recycling ▼

δεύτερη φόρμα που αφορούσε το στάδιο χρήσης των πρώτων υλών του προϊόντος. Όπως στα προηγούμενα στάδια, έτσι και εδώ μαζί με το εκάστοτε μέρος, εμφανίστηκε η μάζα και το ίδιο υλικό προέλευσης, με την διαφορά ότι για κάθε μέρος ξεχωριστά, χρειάστηκε να επιλεγθεί ένα συγκεκριμένο σενάριο απόρριψης, όπως δείχνει η εικόνα που ακολουθεί.

Από την εικόνα γίνεται κατανοητό ότι τα μέρη του προϊόντος, η μάζα αυτών και το υλικό προέλευσής τους παρέμεινε ίδιο, όπως καταχωρήθηκε στις προηγούμενες φόρμες. Η επιλογή του σεναρίου απόρριψης για το κάθε υλικό έγινε ως εξής:

- Copper foil: επιλέχθηκε η ανακύκλωση (recycling), καθώς ο χαλκός αποτελεί υλικό το οποίο ανακυκλώνεται - σε άλλα προϊόντα - και εν προκειμένω χρειάζεται να αυξηθεί το ποσοστό ανακύκλωσής του από τις μπαταρίες ιόντων-λιθίου.
- Battery grade: επιλέχθηκε η επαναχρησιμοποίηση, καθώς μετά το πέρας των κύκλων ζωής της μπαταρίας, καθώς τα υλικά της μπαταρίας μπορούν να εξαχθούν με εύκολο τρόπο και να επαναχρησιμοποιηθούν σε νέες μπαταρίες.
- Polymer: επιλέχθηκε ο Χ.Υ.Τ.Α¹⁴, καθώς ακόμη δεν έχει εφαρμοστεί σαφής τρόπος απόρριψης του συγκεκριμένου υλικού από τις μπαταρίες.
- Aluminum: επιλέχθηκε η ανακύκλωση, καθώς αποτελεί ένα από τα υλικά των εν λόγω μπαταριών, όπου ανακυκλώνεται σχετικά επιθυμητό ποσοστό.
- Lithium-ion material: επιλέχθηκε το σενάριο “επικίνδυνο απόβλητο”. Καθώς αποτελεί τον ηλεκτρολύτη της μπαταρίας, είναι το υλικό που αποτελεί δυνητική απειλή προς το περιβάλλον σε περίπτωση μη ορθού χειρισμού του υλικού αυτού του ιδίου.
- Steel: επιλέχθηκε το σενάριο της ανακύκλωσης, καθώς ο χάλυβας αποτελεί μέρος της μπαταρίας που μπορεί να εξαχθεί με εύκολο τρόπο προς ανακύκλωση, σε σχέση με άλλα υλικά.
- Steel/Aluminum: επιλέχθηκε το σενάριο της ανακύκλωσης, όπως και στην προηγούμενη αναφορά λόγω της δυνατότητας ανακύκλωσης συνδυαστικά του χάλυβα και του αλουμινίου.

¹⁴ Χ.Υ.Τ.Α: ο χώρος υγειονομικής ταφής, αποτελεί ειδικά διαμορφωμένο χώρο στον οποίο καταλήγουν τα απορρίμματα. Τα απορρίμματα στεγανοποιούνται, προκειμένου να μην επηρεάσουν το περιβάλλον ή κοντινές κατοικημένες περιοχές.



Εικόνα 7 Ποσοστά των υλικών ανακύκλωσης της μπαταρίας ιόντων-λιθίου

Η επιλογή του σεναρίου απόρριψης κατέδειξε ότι η μπαταρία αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου μειονεκτεί ως προς το ποσοστό ανακύκλωσης των μερών της, σε σχέση με τις υπόλοιπες μπαταρίες που κυκλοφορούν στην αγορά. Μέχρι και σήμερα, δεν έχουν πραγματοποιηθεί ολοκληρωμένες έρευνες αναφορικά με τον τρόπο και την μάζα υλικού που μπορεί να ανακυκλωθεί είτε να επαναχρησιμοποιηθεί σε νέες μπαταρίες. Η παραπάνω διαπίστωση ισχύει τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ - ΛΙΣΤΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

6.1 Αποτελέσματα

Μόλις ολοκληρωθεί η εισαγωγή δεδομένων σε όλες τις φόρμες που προηγήθηκαν, ο Βοηθός εξάγει τα αποτελέσματα των δεδομένων για το προϊόν, στην φόρμα “Αποτέλεσμα”(Result). Η φόρμα με τα αποτελέσματα αποτελεί την τελευταία φόρμα του Βοηθού, στην οποία τα αποτελέσματα εμφανίζονται αυτόματα.

Product	
Name:	<input type="text" value="Lithium-Ion battery"/> Functional Unit
Life Time:	<input type="text" value="3"/> years
Use:	<input type="text" value="200"/> times per year
Classification	
The analysed product seems to be a hybrid type ABE, the phases 'raw material', 'manufacture', and 'end of life' are significant here.	
Recommendations	
We recommend the following improvement strategies. The listed strategies forward you to the checklists of the ECODESIGN PILOT.	
(Main) Strategies with high priority:	
S1. Selecting the right materials S3. Reducing energy consumption in production process S4. Optimizing type and amount of process materials S19. Recycling of materials	
(More) Strategies to be realized later:	
S2. Reducing material inputs S5. Avoiding waste in the production process S6. Ecological procurement of external components S9. Optimizing product use S10. Optimizing product functionality S11. Increasing product durability S15. Improving maintenance S16. Improving reparability S17. Improving disassembly S18. Reuse of product parts	

Στην φόρμα αυτή εμφανίστηκαν οι βασικές πληροφορίες του προϊόντος, που είναι οι ακόλουθες:

- Product Name: Lithium-ion battery
- Lifetime: 8 χρόνια
- Use: 200 χρήσεις ανά έτος
- Functional unit: μετατροπή της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια σε μάζα 10kg

Στο επόμενο πεδίο που ακολουθεί, εμφανίζεται η ταξινόμηση του προϊόντος ή αλλιώς κατάταξη. Το πεδίο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς υποδεικνύει τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος, τα οποία επιστούν προσοχή από την ομάδα σχεδίασης και υποδηλώνουν ότι θα πρέπει να πραγματοποιηθούν αλλαγές. Στο παρόν πεδίο, η μπαταρία ιόντων-λιθίου ταξινομήθηκε ως υβριδικός τύπος "ABE". Αυτό σημαίνει ότι το προϊόν συγκαταλέγεται σε τρεις κατηγορίες τύπων:

- Τύπος A: προϊόν εντατικής ύλης
- Τύπος B: προϊόν εντατικής παραγωγής
- Τύπος E: προϊόν εντατικής απόρριψης

Αν ακολουθηθεί μία διαφορετική ανάγνωση του αποτελέσματος, θα έλεγε κανείς ότι τα στάδια που επιστούν την προσοχή για το προϊόν βάσει καταχώρισης αποτελεσμάτων είναι το στάδιο χρήσης πρώτων υλών, το στάδιο κατασκευής και το στάδιο του τέλους του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Από το παραπάνω γίνεται σαφές ότι τα στάδια αυτά είτε περιέχουν δεδομένα τα οποία αδυνατούν να καταστήσουν το προϊόν περιβαλλοντικά κατάλληλο είτε χρειάζεται να γίνει επαναπροσδιορισμός των δεδομένων που έχουν καταχωρηθεί, αναφορικά με την επιλογή των πρώτων υλών και την μάζα αυτών. Για αυτόν τον λόγο και καθώς το προϊόν κρίθηκε να επαναπροσδιοριστεί σε παραπάνω από ένα στάδιο, το εργαλείο εμφανίζει τις προτάσεις (Recommendations) και υποδεικνύει σε πρώτο στάδιο τις στρατηγικές που πρέπει να ακολουθηθούν, με υψηλή προτεραιότητα.

Οι στρατηγικές με υψηλή προτεραιότητα, όπως εμφανίστηκαν αυτόματα από το εργαλείο:

- Επιλογή σωστών υλικών
- Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά το στάδιο παραγωγής
- Βελτιστοποίηση τύπου και ποσότητας των υλικών διεργασίας
- Ανακύκλωση των υλικών

Μολονότι το εργαλείο εμφανίζει στη συνέχεια στρατηγικές που δύναται να ακολουθηθούν αργότερα, οι τέσσερις στρατηγικές υψηλής προτεραιότητας φανερώνουν ότι κατά κύριο λόγο, το μεγαλύτερο πρόβλημα έγκειται στα υλικά κάθε αυτά συμπεριλαμβανομένης της μάζας αυτών, αναφορικά με το προϊόν. Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι υλικά που εμπεριέχονται στην μπαταρία ιόντων-λιθίου, δεν ανακυκλώνονται σε επιθυμητό ποσοστό σε σχέση με άλλα προϊόντα. Εξαιτίας της μη ύπαρξης ολοκληρωμένων ερευνών αναφορικά με το στάδιο της ανακύκλωσης, τα υλικά της μπαταρίας αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον. Οι στρατηγικές υψηλής προτεραιότητας δεν αναδεικνύουν μόνο τις κατευθυντήριες γραμμές που πρέπει να ακολουθηθούν σε άμεσο χρόνο αναφορικά με τον επανασχεδιασμό του προϊόντος, αλλά αναδεικνύουν και νέες προτάσεις, μέσω

των οποίων θα ξεπεραστούν τυχόν αδυναμίες του προϊόντος αλλά και του εργαλείου αυτού του ιδίου.

6.2 Επιλογή σωστών υλικών

Με την εξαγωγή των αποτελεσμάτων στην προηγούμενη ενότητα, ο Βοηθός κατέδειξε όλα εκείνα τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να διέπουν το προϊόν και να το “απομακρύνουν” από την εκπλήρωση των περιβαλλοντικών κριτηρίων. Τα αποτελέσματα αυτά λαμβάνονται από τον Πιλότο, ο οποίος μέσω των λιστών ελέγχου θέτει ερωτήσεις, προκειμένου να προκύψει και να εφαρμοστεί το κατάλληλο περιβαλλοντικό μέτρο για το προϊόν.

Η πρώτη στρατηγική με υψηλή προτεραιότητα που κατέδειξε ο Βοηθός, είναι η “Επιλογή σωστών υλικών”. Ανήκει στην κατηγορία προϊόντων τύπου Α “Προϊόν εντατικής πρώτης ύλης”.

The screenshot shows the ECODESIGN online PILOT interface. The top navigation bar includes 'INTRODUCTION', 'PILOT', and 'ASSISTANT'. Below this, there are icons for home, back, and forward. The main content area is titled 'A: raw material intensive Improvement' and lists the following objectives and strategies:

- Improvement objectives and strategies for basic type A (raw material intensive product)**
 - Use alternative materials**
 - Selecting the right materials
 - Use less of a given type of material**
 - Reducing material inputs
 - Make intensive use of resources**
 - Optimizing product use
 - Optimizing product functionality
 - Improving maintenance

Στην εικόνα που ακολουθεί, στην λίστα ελέγχου “Επιλογή σωστών υλικών”, τίθεται η πρώτη ερώτηση του Πιλότου. Η ερώτηση αφορά το αν τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο προϊόν, δείχνουν καλή περιβαλλοντική απόδοση. Η συγκεκριμένη ερώτηση λαμβάνει υπόψιν το είδος των υλικών και την ποσότητα που έχει συμπεριληφθεί στον σχεδιασμό του προϊόντος και το κατά πόσον μπορεί να γίνει εναλλαγή υλικών με υλικά με μικρότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, σε σχέση με εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν στο προϊόν.

ECODESIGN

INTRODUCTION

PILOT ASSISTANT

online PILOT

@ [icons]

LEARN APPLY

Selecting the right materials

Improvement ← (A: raw material intensive, E: disposal intensive) ←

Checklist for ECODESIGN analysis

Product

Do the materials used in the product show a good environmental performance?

Material Assessment	What materials have been used for the product? What is the quantity of material required? What methods are applied for the environmental assessment of the materials used - and why? Is there any imaginable environmental impact that can not be detected by the methods chosen - if yes - what sort of impact would that be? How could it be taken into account?	Relevance (R) <input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	Fulfillment (F) <input type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input checked="" type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> 30 P = R * F </div>
---------------------	--	--	---	---

Measure	Use of materials with a view to their environmental performance <small>SEARCH</small>		
Idea for Realization	<input type="text" value="Replacement of ion with Mg and Zn"/>		
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less	because	<input type="text" value="they have similar demand but differentiation of equipment is required"/>
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy	because	<input type="text" value="of the early-stage research results"/>
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never	Responsibility	<input type="text" value="Design Team"/>
		Deadline	<input type="text"/>

Για την ερώτηση, δόθηκαν οι ακόλουθες απαντήσεις:

- Relevance (R): very important (10)
- Fulfillment (F): rather no (3)

άρα $(10) \times (3) = (30)$, το οποίο υποδηλώνει υψηλή προτεραιότητα. Λόγω του αποτελέσματος, η ομάδα σχεδίασης κλήθηκε να βρει εναλλακτικά υλικά, τα οποία θα διακρίνονται από καλή περιβαλλοντική απόδοση και θα μειώσουν τον οποιοδήποτε περιβαλλοντικό αντίκτυπο είχε μέχρι πρότινος το προϊόν με τα ήδη υπάρχοντα υλικά κατασκευής. Τέτοια υλικά με καλή περιβαλλοντική απόδοση είναι η βιομάζα η οποία αποτελεί βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων και κυρίως αποβλήτων για ενεργειακή χρήση, όπως είναι η μπαταρία αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου. Αν και από άποψη κόστους η βιομάζα κοστίζει λιγότερο λόγω της μικρής ζήτησης και παραγωγής (μέχρι τη δεδομένη χρονική στιγμή), η εφαρμογή της κρίνεται δυσκολότερη, καθώς αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία που δεν έχει εφαρμοστεί ακόμη από καμία ομάδα σχεδίασης μπαταριών.

Η δεύτερη εικόνα της λίστας ελέγχου, αφορά την χρήση τοξικών υλικών στο προϊόν και την χρήση εναλλακτικών υλικών για την αποφυγή διαρροής των υλικών αυτών προς το περιβάλλον.

Has the use of toxic materials been avoided in the product?



What quantities of which materials are contained in the product? What problematic (poisonous, toxic) materials have been used? Are there any alternatives, what other materials could be used?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input checked="" type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 30 P = R * F </div>

Measure	Avoid or reduce the use of toxic materials and components <small>LEARN</small>	
Idea for Realization	Replacement of lithium with Mg and Zn	
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less	because they have a similar demand but differentiation of equipment is required
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy	because of the early-stage research results
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never	Responsibility: Design Team Deadline:

Όπως στην παραπάνω εικόνα, έτσι και εδώ οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): very important(10)
- Fulfillment (F): rather no (3)

άρα $(10) \times (3) = (30)$, το οποίο υποδηλώνει υψηλή προτεραιότητα. Καθώς ο ηλεκτρολύτης αποτελεί βασικό στοιχείο του προϊόντος και η ύπαρξη λιθίου δεν δύναται να αποφευχθεί, η ομάδα σχεδίασης κλήθηκε να εντοπίσει εναλλακτικά υλικά για την αντικατάσταση των ιόντων, όπως είναι το Μαγνήσιο(Mg) και ο Ψευδάργυρος(Zn). Οι έρευνες για την αντικατάσταση των ιόντων με αυτά τα υλικά, βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο. Ωστόσο, η χρήση των υλικών αυτών ενδέχεται να αυξήσει τα έξοδα, καθώς ενώ η ζήτησή τους αυξάνεται στην αγορά, απαιτούν επιπρόσθετο εξοπλισμό για την ενσωμάτωσή τους στο προϊόν.

Η επόμενη ερώτηση της λίστας ελέγχου αφορά την χρήση υλικών από ανανεώσιμους φυσικούς πόρους. Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι, ενώ δεν γίνεται χρήση τέτοιων υλικών στο προϊόν, εξετάστηκε ένα τέτοιο ενδεχόμενο για τον επανασχεδιασμό του προϊόντος.

Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι ακόλουθες:

- Relevance (R) : very important(10)
- Fulfillment (F): rather no (4)

άρα $(10) \times (4) = (40)$, το οποίο υποδηλώνει υψηλή προτεραιότητα. Η ομάδα σχεδίασης θεώρησε ότι προτιμητέα μελλοντική επιλογή υλικών προερχόμενα από ανανεώσιμους φυσικούς πόρους, αποτελεί η χρήση υλικών από στερεά βιομηχανικά απόβλητα. Κατέληξε στην συγκεκριμένη επιλογή, καθώς το κόστος χρήσης αυτών των υλικών παραμένει ακόμη μικρό, λόγω της μη

εμπορευματοποίησης της μεθόδου. Ωστόσο, αποτελεί μέθοδο η οποία ακόμη δεν έχει εφαρμοστεί και οποιαδήποτε έρευνα μπορεί να τεθεί σε θεωρητικό επίπεδο.

Have renewable raw materials (e.g. bio-polymers, etc.) been used in the product?

What materials is the product made of? What materials characteristics are essential? Are there renewable raw materials with similar characteristics? Which of the conventional materials used could be replaced by renewables?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10)	<input type="radio"/> yes (1)	40 P = R * F
<input type="radio"/> less important (5)	<input type="radio"/> rather yes (2)	
<input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> rather no (3)	
	<input checked="" type="radio"/> no (4)	

Measure	Prefer materials from renewable raw materials <small>LEARN</small>
Idea for Realization	Use of industrial waste
Costs	<input type="radio"/> more <input type="radio"/> same because there is not much commercialization of industrial waste <input checked="" type="radio"/> less
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult because has not been implemented yet <input type="radio"/> easy
Action	<input type="radio"/> at once Responsibility Design Team <input checked="" type="radio"/> later Deadline <input type="radio"/> never

Η επόμενη ερώτηση που ακολουθεί αναφορικά με τον εάν τα υλικά που χρησιμοποιούνται στο προϊόν είναι ανακυκλώσιμα, έφερε στην επιφάνεια το μειονέκτημα του προϊόντος αναφορικά με την ανακύκλωση.

Is the product made of recyclable materials?

What materials have been used for the product? What are the requisite (strength-related) material characteristics? Are the materials easily recyclable? If not - are there alternatives suitable for recycling?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10)	<input type="radio"/> yes (1)	20 P = R * F
<input type="radio"/> less important (5)	<input checked="" type="radio"/> rather yes (2)	
<input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> rather no (3)	
	<input type="radio"/> no (4)	

Measure	Prefer recyclable materials <small>LEARN</small>
Idea for Realization	higher recycling rate of materials
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same because of diversification of equipment and know-how <input type="radio"/> less
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult because of lack of knowledge <input type="radio"/> easy
Action	<input type="radio"/> at once Responsibility Design Team <input checked="" type="radio"/> later Deadline <input type="radio"/> never

Οι απαντήσεις που δόθηκαν στη συγκεκριμένη ερώτηση ήταν οι ακόλουθες:

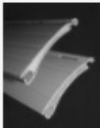
- Relevance (R): very important (10)
- Fulfillment (F): rather yes (2)

άρα $(10) \times (2) = (20)$, το οποίο υποδηλώνει χαμηλή προτεραιότητα. Εδώ, το σημαντικότερο πρόβλημα αποτελεί το γεγονός ότι, ενώ το προϊόν αποτελείται από υλικά ανακυκλώσιμα όπως είναι ο χάλυβας και το αλουμίνιο, μικρό ποσοστό αυτών ανακυκλώνεται. Για να πληροί το προϊόν τα περιβαλλοντικά κριτήρια, θα πρέπει το ποσοστό ανακύκλωσης στο κάθε υλικό ξεχωριστά να αυξηθεί. Κάτι τέτοιο, βέβαια, απαιτεί διαφοροποίηση του εξοπλισμού - άρα επιπλέον έξοδα - και

κατάλληλη τεχνογνωσία από την ομάδα σχεδίασης, η οποία τη δεδομένη στιγμή δεν είναι εφικτό να εφαρμοστεί, καθώς απαιτείται επιπλέον προσωπικό.

Η επόμενη ερώτηση που ακολουθεί, αποτελεί και την μοναδική ερώτηση της παρούσας λίστας ελέγχου, όπου η απάντησή της δεν επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα, για αυτό και δεν συμπληρώθηκε.

Are the materials used in the product separable, have inseparable composite materials been avoided?



What materials are present in the product? Where have inseparable composite materials been used in the product? What is the reason for their being inseparable? Are there alternatives, if yes, how can separation of the materials be implemented?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input type="radio"/> very important (10) <input checked="" type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input checked="" type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 5 P = R * F </div>

Measure	Avoid inseparable composite materials <small>SEARCH</small>
Idea for Realization	there is no idea to be <u>realized</u> , due to the small correlation of the question with the product
Costs	<input type="radio"/> more <input checked="" type="radio"/> same because <input type="text"/> <input type="radio"/> less
Feasibility	<input type="radio"/> difficult <input checked="" type="radio"/> easy because <input type="text"/>
Action	<input type="radio"/> at once Responsibility <input type="text"/> <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never Deadline <input type="text"/>


Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν:

- Relevance (R): less important (5)
- Fulfillment (F): yes (1)

Λαμβάνοντας υπόψιν τον κατάλογο υλικών που έχει χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενη ενότητα, το μοναδικό σημείο της μπαταρίας που συνδυάζει παραπάνω από ένα υλικό, είναι το σημείο όπου εγκλωβίζεται η ενέργεια και το οποίο αποτελείται από χάλυβα και αλουμίνιο. Τα δύο υλικά μπορούν να εξαχθούν προς ανακύκλωση με εύκολο τρόπο. Για αυτόν τον λόγο η ομάδα σχεδίασης αποφάσισε να μην δώσει βαρύτητα στην παραπάνω ερώτηση.

Η τελευταία ερώτηση της λίστας ελέγχου ασχολείται με το εάν χρησιμοποιήθηκαν στο προϊόν πρώτες ύλες με προβληματική προέλευση.

Has the use of raw materials and components of known problematic origin been avoided?



What raw materials and components have been used for the product? Under which environmental and social conditions have they been extracted or manufactured? Are there modes of production that have to be considered problematic? Can they be avoided by selecting an alternative production site?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> yes (1) <input checked="" type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 20 P = R * F </div>

Measure	Avoid raw materials, components of problematic origin <small>LEARN</small>
Idea for Realization	the most harmful material is the electrolyte and its possible replacement has not been found yet
Costs	<input type="radio"/> more <input checked="" type="radio"/> same because <input style="width: 300px;" type="text" value="we don't know the replacement cost which may vary from country to country"/> <input type="radio"/> less
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult because <input style="width: 300px;" type="text" value="it depends on the country where the production unit is located"/> <input type="radio"/> easy
Action	<input type="radio"/> at once Responsibility <input style="width: 150px;" type="text" value="Design Team"/> <input checked="" type="radio"/> later Deadline <input style="width: 150px;" type="text"/> <input type="radio"/> never

Οι απαντήσεις που δόθηκαν στη συγκεκριμένη ερώτηση ήταν οι ακόλουθες:

- Relevance (R): very important (10)
- Fulfillment (F): rather yes (2)

άρα $(10) \times (2) = (20)$, το οποίο υποδηλώνει χαμηλή προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Η έρευνα κατέδειξε ότι το πλέον βλαβερές υλικό αποτελεί ο ηλεκτρολύτης. Καθώς δεν έχουν ολοκληρωθεί οι έρευνες για τυχόν αντικατάστασή του και μιας το άλας ιόντων-λιθίου αποτελεί το βασικό υλικό της μπαταρίας, η ομάδα σχεδίασης θεώρησε ότι δεν πρέπει δώσει υψηλή προτεραιότητα στην παραπάνω εργασία, λόγω αυτού. Οποιαδήποτε αναφορά σε κόστος και βαθμό ολοκλήρωσης θα γινόταν σε θεωρητικό επίπεδο.

6.3 Μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία

Η δεύτερη λίστα ελέγχου που προέκυψε από τον Βοηθό ως στρατηγική βελτίωσης, αφορά την μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία και ανήκει στον τύπο προϊόντων “B”, δηλαδή προϊόν εντατικής παραγωγής. Στην προκειμένη περίπτωση, η πλειοψηφία των στρατηγικών αποτελεί στρατηγικές χαμηλής προτεραιότητας για την ομάδα σχεδίασης, καθώς η ενέργεια που καταναλώνει το προϊόν κατά την παραγωγική διαδικασία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από την χώρα προέλευσης και παραγωγής των υλικών.

Ξεκινώντας, η πρώτη ερώτηση της λίστας αφορά το κατά πόσον οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατασκευή του προϊόντος, το καθιστούν ενεργειακά αποδοτικό.

ECODESIGN INTRODUCTION PILOT ASSISTANT
online **PILOT** LEARN APPLY

Reducing energy consumption in production process
 Improvement ← B: manufacture intensive ←

Checklist for ECODESIGN analysis
 Product

Are the production technologies used in the manufacture of the product energy efficient?

What is the energy consumption for each of the production stages in the manufacture of the product? Is there a savings potential by using other, more energy efficient technologies? Does the production technology for a given component correspond to best practice in energy efficiency?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input type="radio"/> very important (10) <input checked="" type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input checked="" type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 5 P = R * F </div>

Measure	Use energy efficient production technologies <small>LEARN</small>
Idea for Realization	<input type="text" value="these batteries already store the largest amount of energy so far"/>
Costs	<input type="radio"/> more <input checked="" type="radio"/> same because <input type="text" value="the cost will change only if we change the origin of the materials"/> <input type="radio"/> less
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult because <input type="text" value="no research has been completed yet"/> <input type="radio"/> easy
Action	<input type="radio"/> at once Responsibility <input type="text" value="Design Team"/> <input checked="" type="radio"/> later Deadline <input type="text"/> <input type="radio"/> never

Εδώ, οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): less important (5)
- Fulfillment(F): yes (1)

Άρα $(5) \times (1) = 5$, το οποίο υποδηλώνει την χαμηλότερη προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Η συγκεκριμένη απάντηση δόθηκε, καθώς ήδη η μπαταρία αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου δεδομένης της κατασκευής της, αποτελεί την μεγαλύτερη αποθήκη ενέργειας μεταξύ των μπαταριών. Την δεδομένη χρονική στιγμή, δεν έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες για τυχόν αλλαγές στα υλικά κατασκευής που θα μπορούσαν να αλλάξουν τις δυνατότητες αποθήκευσης ενέργειας.

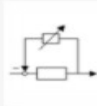
Η δεύτερη ερώτηση της λίστας αφορά εάν η κατανάλωση ενέργειας έχει ελαχιστοποιηθεί μέσω της βελτιστοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας. Όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί, οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance(R): very important (10)
- Fulfillment: rather no (3)

άρα $(10) \times (3) = (30)$, το οποίο υποδηλώνει υψηλή προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Η ομάδα σχεδίασης θεώρησε ότι η κατανάλωση ενέργειας πράγματι μπορεί να ελαχιστοποιηθεί, εάν αυξηθεί το ποσοστό των μερών των υλικών προς ανακύκλωση. Παρόλα αυτά, το συγκεκριμένο

περιβαλλοντικό μέτρο περιλαμβάνει δυσκολίες στην υλοποίησή του, καθώς απαιτεί επιπλέον εξοπλισμό-άρα επιπλέον κόστος-και δεν έχει εφαρμοστεί ακόμη στην αγορά.


Has energy consumption in the manufacture of the product been minimized through optimal process design?

 <p>What are the relevant process parameters influencing energy consumption? Are these parameters constantly monitored and is the production process controlled accordingly?</p>	Relevance (R) <input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	Fulfillment (F) <input type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input checked="" type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	Priority (P) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 30 P = R * F </div>
---	--	---	---

Measure	Reduce energy consumption by optimum process design <small>LEARN</small>	
Idea for Realization	use of a larger scrub of materials for recycling	
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less	because <input type="text" value="additional procedures and partial equipment differentiation are required"/>
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy	because <input type="text" value="has not yet been tested yet"/>
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never	Responsibility <input type="text" value="Design Team"/> Deadline <input type="text"/>

Η επόμενη ερώτηση που ακολουθεί αφορά το εάν έχουν χρησιμοποιηθεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στα υλικά του προϊόντος. Αν και σε προηγούμενη ερώτηση έγινε αναφορά σε τυχόν χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εδώ η συγκεκριμένη ερώτηση έχει χαμηλή προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης.

Are renewable energy sources used in the manufacture of the product and its components?

 <p>What renewable energy sources are available in sufficient quantities and adequate quality? Can the energy demand in the production be met – at least in part – by renewable energy sources? What measures could be taken to make possible the use of renewables or to increase the portion of renewable sources in the production process?</p>	Relevance (R) <input type="radio"/> very important (10) <input checked="" type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	Fulfillment (F) <input type="radio"/> yes (1) <input checked="" type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	Priority (P) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 10 P = R * F </div>
---	--	---	---

Measure	Preferably use renewable energy resources <small>LEARN</small>	
Idea for Realization	there's no <u>intergrated</u> actions for the use of the renewable sources have emerged	
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less	because <input type="text" value="requires equipment diversification and changes to the production unit"/>
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy	because <input type="text" value="has not been implemented yet"/>
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never	Responsibility <input type="text" value="Design Team"/> Deadline <input type="text"/>

Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): less important (5)
- Fulfillment: rather yes (2)

Η ομάδα σχεδίασης έκρινε ότι, εφόσον δεν έχει αξιοποιηθεί ακόμη η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατασκευή του προϊόντος, η ερώτηση τίθεται σε χαμηλή προτεραιότητα. Αν και οι ανανεώσιμες πηγές αποτελούν θέμα μείζονος σημασίας, η εφαρμογή τους βρίσκεται ακόμη σε συζητήσεις θεωρητικού επιπέδου, χωρίς πρακτική εφαρμογή.

Η ερώτηση που ακολουθεί αφορά τις τοπικά διαθέσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του προϊόντος. Εύλογα διαπιστώνει κανείς ότι δεν μπορεί να δοθεί σαφής απάντηση, καθώς οι πόροι προς διάθεση για την κατασκευή προϊόντων διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

Are regionally available energy resources used in the manufacture of the product and its components?



What energy sources are regionally available? Can the energy demand in the production process be covered at least partially by regionally available energy resources? What measures could be taken to make possible the use of regionally available energy resources or to increase their proportion in the production process?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input type="radio"/> very important (10) <input checked="" type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input checked="" type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 5 P = R * F </div>

Measure	Preferably use regionally available energy resources <small>LEAN</small>	
Idea for Realization	depends on the country of production,so we can't intervene	
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less	because equipment diversification is required which also depends on the availability of re
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy	because has not been implemented yet
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never	Responsibility Design Team Deadline

Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): less important (5)
- Fulfillment(F): yes (1)

Άρα $(5) \times (1) = 5$, το οποίο υποδηλώνει την χαμηλότερη προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Η ομάδα σχεδίασης δεν μπορεί να παρέμβει στους πόρους που προσφέρει η εκάστοτε χώρα στην οποία βρίσκεται η μονάδα παραγωγής. Ως εκ τούτου, η συγκεκριμένη ερώτηση δεν δύναται να απαντηθεί με διαφορετική απάντηση, πέραν της υποθετικής απάντησης που έδωσε η ομάδα σχεδίασης.

Η τρίτη λίστα ελέγχου ονομάζεται “Βελτιστοποίηση τύπου και ποσότητας των υλικών διεργασίας” και ανήκει στην κατηγορία προϊόντων τύπου Β “Προϊόν εντατικής παραγωγής”. Η λίστα αυτή ασχολείται με τα βασικά υλικά διεργασίας του προϊόντος και τα βοηθητικά υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί. Καθώς για την μπαταρία ιόντων-λιθίου δεν χρησιμοποιούνται βοηθητικά υλικά σε ποσοστό άνω του 10%, η ομάδα σχεδίασης εστιάζει στα βασικά υλικά διεργασίας. Η εικόνα που ακολουθεί περιλαμβάνει ερώτηση που απαντήθηκε σε προηγούμενη ενότητα και αφορά το εάν τα βασικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία παραγωγής, προέρχονται από ανανεώσιμες πρώτες ύλες. Η ερώτηση επεξεργάστηκε βάσει απάντησης που δόθηκε στην προηγούμενη ενότητα.

Checklist for ECODESIGN analysis

Product

Are the auxiliary and process materials used in the production process based on renewable raw materials?



What auxiliary and process materials are used in the production process? Are alternative renewable raw materials available at present? What modifications in process technology would become necessary by switching over to these alternatives?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input checked="" type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 40 P = R * F </div>

Measure	Preferably use process materials from renewable raw materials <small>LEARN</small>	
Idea for Realization	<input type="text" value="use of industrial waste"/>	
Costs	<input type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input checked="" type="radio"/> less	because <input type="text" value="there is not much commercialization of industrial waste"/>
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy	because <input type="text" value="has not been implemented yet"/>
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never	Responsibility <input type="text" value="Design Team"/> Deadline <input type="text"/>

Η ερώτηση βαθμολογήθηκε από την ομάδα σχεδίασης ως εξής:

- Relevance (R): very important (10)
- Fulfillment (F): rather no (4)

άρα $(10) \times (4) = (40)$, το οποίο υποδηλώνει υψηλή προτεραιότητα. Όπως στην προηγούμενη ενότητα, έτσι και εδώ κρίνεται απαραίτητο να διευκρινιστεί ότι, ενώ το συγκεκριμένο μέτρο αποτελεί υψηλή προτεραιότητα, η μη εφαρμογή του στην αγορά το καθιστά αδύνατο την δεδομένη χρονική στιγμή.

Η επόμενη ερώτηση της λίστας που ακολουθεί, αφορά το κατά πόσον τα υλικά διεργασίας και τα βοηθητικά υλικά ανακυκλώνονται. Εφόσον δεν χρησιμοποιούνται βοηθητικά υλικά, λαμβάνονται υπόψιν σε αυτό το σημείο αποκλειστικά τα βασικά υλικά διεργασίας.

Are auxiliary and process materials recycled?



What quantities of auxiliary and process materials are used? Is it possible to recycle these materials? If yes, what modifications in the production process would be necessary? Can a reduction of costs be realized?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input checked="" type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> 40 P = R * F </div>

Measure	Recycle process materials whenever possible <small>LEARN</small>
Idea for Realization	higher percentage of scrub to be recycled
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less because of equipment diversification
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy because no research is completed so far
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never Responsibility _____ Deadline _____


Η παραπάνω ερώτηση έχει ιδιαίτερη σημασία για το προϊόν, για αυτό και οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): very important (10)
- Fulfillment (F): rather no (4)

άρα $(10) \times (4) = (40)$, το οποίο υποδηλώνει υψηλή προτεραιότητα. Στην προκειμένη περίπτωση, το σημαντικότερο πρόβλημα αποτελεί το μικρό ποσοστό ανακύκλωσης των βασικών υλικών, το οποίο αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα.

Η τελευταία ερώτηση της λίστας αφορά το κατά πόσον τα βασικά και τα βοηθητικά υλικά του προϊόντος είναι φιλικά προς το περιβάλλον και εάν η χρήση τοξικών υποκατάστατων έχει αποφευχθεί.

Are all auxiliary and process materials used in the production process environmentally acceptable, and has the use of hazardous substances been avoided?



What auxiliary and process materials are used in the production process? What quantities? Which of the materials used have to be considered environmentally dangerous and why? What alternatives are there?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input type="radio"/> very important (10) <input checked="" type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input checked="" type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 5 P = R * F </div>

Measure	Use environmentally acceptable auxiliary and process materials and avoid hazardous materials <small>SEARX</small>
Idea for Realization	Possible replacement of the lithium ion salt has not been implemented
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less because <input type="text" value="of diversification of equipment"/>
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy because <input type="text" value="no research has been done"/>
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never Responsibility <input type="text" value="Design Team"/> Deadline <input type="text"/>

Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): less important (5)
- Fulfillment(F): yes (1)

Άρα $(5) \times (1) = 5$, το οποίο υποδηλώνει την χαμηλότερη προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Αν και αποτελεί ερώτηση μείζονος σημασίας, η απάντησή της βρίσκεται σε χαμηλή προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Καθώς, δεν χρησιμοποιήθηκαν βοηθητικά υλικά κατά την παραγωγική διαδικασία και πιθανή αντικατάσταση των ιόντων-λιθίου φαντάζει προς το παρόν μη εφικτή, κρίθηκε απαραίτητο να μην δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο ερώτημα.

6.4 Ανακύκλωση των υλικών

Η τελευταία και ίσως σημαντικότερη λίστα ελέγχου που προτείνει ο Βοηθός ως βελτίωση του προϊόντος, αφορά την “Ανακύκλωση των υλικών”. Η λίστα αυτή περιλαμβάνεται στις κατηγορίες τύπων προϊόντος “Α” και “Ε”. Από την λίστα αυτή θα εξαχθεί -για την ομάδα σχεδίασης - το σημαντικότερο πρόβλημα που προκύπτει κατά την παραγωγική διαδικασία.

ECODESIGN
INTRODUCTION
PILOT ASSISTANT
LEARN APPLY

Recycling of materials
 Improvement ← (A: raw material intensive, E: disposal intensive) ←

Checklist for ECODESIGN analysis

Product

Does the product provide for thorough information on materials used and for labeling conforming to standards?

What different materials are contained in the product? Where and how can the individual components be labeled so that materials may be unequivocally identified – in particular after the product's end of life. How does labeling conforming to standards look like? Is there need for additional information?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input type="radio"/> very important (10)	<input checked="" type="radio"/> yes (1)	5 <small>P = R * F</small>
<input checked="" type="radio"/> less important (5)	<input type="radio"/> rather yes (2)	
<input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> rather no (3)	
	<input type="radio"/> no (4)	

Measure	Ensure labeling of materials conforming to standards <small>ESSEN</small>	
Idea for Realization	<input type="text" value="Reference of the construction materials to the label"/>	
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less	because <input type="text" value="requires modification of legislation and labeling procedures"/>
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy	because <input type="text" value="it can not be applied directly"/>
Action	<input checked="" type="radio"/> at once <input type="radio"/> later <input type="radio"/> never	Responsibility <input type="text" value="Design and Legal Team"/> Deadline <input type="text"/>

Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): less important (5)
- Fulfillment(F): yes (1)

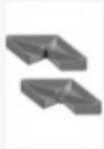
Άρα $(5) \times (1) = 5$, το οποίο υποδηλώνει την χαμηλότερη προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Η ερώτηση δόθηκε με χαμηλή προτεραιότητα, καθώς το προϊόν περιλαμβάνει στο εξωτερικό περίβλημα σαφή επισήμανση με τα βασικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Η μόνη αλλαγή που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί αναφορικά με την επισήμανση, θα ήταν ενδεχόμενη αναφορά στα υλικά κατασκευής του προϊόντος, το οποίο απαιτεί επαναπροσδιορισμό της επικείμενης νομοθεσίας περί επισήμανσης. Γίνεται κατανοητό, πώς κάτι τέτοιο δεν δύναται να εφαρμοστεί άμεσα.

Η δεύτερη ερώτηση της συγκεκριμένης λίστας αφορά, το εάν το προϊόν επιτρέπει τον διαχωρισμό των υλικών του με σκοπό την ανακύκλωση. Οι απαντήσεις στην ερώτηση δόθηκαν ως εξής:

- Relevance(R): very important (10)
- Fulfillment: rather no (3)

Άρα $(10) \times (3) = (30)$, το οποίο υποδηλώνει υψηλή προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Η τελευταία κλήθηκε να αντιμετωπίσει το πρόβλημα που πηγάζει από την συγκεκριμένη ερώτηση, σχετικά με το ποσοστό των υλικών του προϊόντος που ανακυκλώνονται. Η λύση που παρουσιάστηκε από την ομάδα σχεδίασης, περιλαμβάνει την αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης των υλικών. Άμεση συνέπεια της παραπάνω πρότασης αποτελεί η αύξηση εξόδων μέσω της διαφοροποίησης εξοπλισμού και του επιπρόσθετου προσωπικού που απαιτείται, σε πιθανή αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης.

Do all components of the product permit the separation of materials for the purpose of recycling?



What different materials are contained in the product? How are the different materials treated or recycled? What materials are incompatible with recycling and can not be separated? What measures would facilitate the separation of materials? Is it possible to choose another, more compatible combination of materials?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input checked="" type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 30 P = R * F </div>

Measure	Make possible separation of materials for recycling <small>LEARN</small>
Idea for Realization	Higher percentage of scrub for recycling
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less because <input type="text" value="more equipment is required"/>
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy because <input type="text" value="specialization required and additional staff"/>
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never Responsibility <input type="text" value="Design Team"/> Deadline <input type="text"/>

Η τρίτη ερώτηση της λίστας που ακολουθεί αφορά το κατά πόσον είναι εφικτή η εξαγωγή των τοξικών υλικών του προϊόντος.

Can harmful or valuable materials contained in the product be identified as such and does design provide for easy extraction of these materials?



Does the product contain harmful or valuable materials? How could extraction prior to recycling be made easier? Is the use of these harmful or valuable materials unavoidable?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input type="radio"/> very important (10) <input checked="" type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input checked="" type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 5 P = R * F </div>

Measure	Ensure simple extraction of harmful and valuable substances <small>LEARN</small>
Idea for Realization	electrolyte extraction cannot be applied directly
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less because <input type="text" value="a change of basic material is required"/>
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy because <input type="text" value="it is costly and there is no appropriate know-how"/>
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never Responsibility <input type="text" value="Design Team"/> Deadline <input type="text"/>

Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

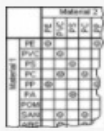
- Relevance (R): less important (5)
- Fulfillment(F): yes (1)

άρα $(5) \times (1) = 5$, το οποίο υποδηλώνει την χαμηλότερη προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Το βασικό υλικό του προϊόντος είναι ο ηλεκτρολύτης, δηλαδή το άλας ιόντων-λιθίου. Η εξαγωγή

του αποτελεί δύσκολη υπόθεση για την ομάδα σχεδίαση και δύναται να πραγματοποιηθεί σε δεύτερο χρόνο, καθώς δεν υπάρχει η απαραίτητη τεχνογνωσία.

Αν και η επόμενη ερώτηση απαντήθηκε σε προηγούμενη αναφορά, η σημασία της εν λόγω λίστας καθιστά την ανάλυσή της απαραίτητη για την ομάδα σχεδίασης.

**Are the materials used for the individual components of the product suitable for recycling?
Are the materials contained in different components suitable for joint recycling?**



What materials is the product/component made of? Can the diversity of materials be reduced? Are the different materials separable, and how do inseparable materials behave in the recycling process?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input checked="" type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	30 P = R * F

Measure	Ensure that materials are suitable for recycling <small>LEARN</small>
Idea for Realization	Higher recycling rate of materials is required
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less because know-how and equipment change required
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy because no research has been done
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never Responsibility Design Team Deadline

Αναφορικά με την καταλληλότητα ή μη των υλικών του προϊόντος προς ανακύκλωση, οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance(R): very important (10)
- Fulfillment: rather no (3)

άρα $(10) \times (3) = (30)$, το οποίο υποδηλώνει υψηλή προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Βασικό μέλημα της ομάδας σχεδίασης, αποτελεί η αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης των υλικών είτε μεμονωμένων μερών των υλικών είτε ολόκληρων. Οποιαδήποτε επιπλέον διαδικασία αναφορικά με την ανακύκλωση απαιτεί επιπρόσθετο εξοπλισμό από πλευράς παραγωγικής διαδικασίας, καθώς κάθε υλικό ακολουθεί διαφορετικές διαδικασίες ανακύκλωσης. Εκτός αυτού, την δεδομένη χρονική στιγμή δεν υπάρχει ολοκληρωμένη έρευνα σχετικά με την ανακύκλωση μπαταριών αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου σε σχέση με άλλες μπαταρίες.

Η επόμενη ερώτηση αφορά το κατά πόσον το υλικό επίστρωσης και βάσης μπορούν να ανακυκλωθούν. Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): very important (10)
- Fulfillment(F): yes (1)

άρα $(10) \times (1) = (10)$, το οποίο υποδηλώνει χαμηλή προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης, καθώς αποτελείται από υλικά τα οποία ανακυκλώνονται. Βασικό μέλημα της ομάδας σχεδίασης όπως έχει ήδη αναφερθεί, αποτελεί η αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης του κάθε υλικού μεμονωμένα.

Are surface coating and base material compatible for recycling?



What components have a surface coating? Can this coating impair recyclability? Are there alternative solutions?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input checked="" type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 10 P = R * F </div>

Measure	Ensure that surface coating and base material are suitable for recycling <small>LEARN</small>
Idea for Realization	recycling of a larger percentage of the material
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same because more equipment and know-how is required <input type="radio"/> less
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult because its has not been implemented yet <input type="radio"/> easy
Action	<input type="radio"/> at once Responsibility Design Team <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never Deadline

Στην επόμενη ερώτηση που ακολουθεί, η ομάδα σχεδίασης κλήθηκε να απαντήσει στο κατά πόσον είναι εφικτή η εξαγωγή των υλικών διεργασίας και η αποφυγή τοξικών ουσιών από το προϊόν.

Is it possible to extract process materials and harmful substances completely from the product?



Does the product contain harmful substances? Are these really unavoidable? How can simple extraction of these materials be ensured? What measures can prevent process materials from remaining in the product after use?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input type="radio"/> very important (10) <input checked="" type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input checked="" type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 5 P = R * F </div>

Measure	Make possible extraction of process materials and unavoidable harmful substances <small>LEARN</small>
Idea for Realization	While the export of materials is possible, Li-ion cannot be exported
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same because the cost of li-ion extraction process is still unknown <input type="radio"/> less
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult because it has not been implemented yet <input type="radio"/> easy
Action	<input type="radio"/> at once Responsibility Design Team <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never Deadline

Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): less important (5)
- Fulfillment(F): yes (1)

άρα $(5) \times (1) = 5$, το οποίο υποδηλώνει την χαμηλότερη προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Εφόσον το άλας λιθίου-ιόντων -αποτελεί βλαβερή ουσία- είναι το μοναδικό στοιχείο που δεν

μπορεί να εξαχθεί, οποιαδήποτε αναφορά σε πιθανή εξαγωγή αυτού του ίδιου μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο σε θεωρητικό επίπεδο είτε από άποψη κόστους είτε από άποψη διαδικασίας.

Κλείνοντας την λίστα ελέγχου, η τελευταία ερώτησή της αφορά το εάν η σχεδίαση του προϊόντος βοηθά τον καταναλωτή να κατανοήσει τις δυνατότητες ανακύκλωσης των υλικών του προϊόντος και τον καθοδηγεί σχετικά.

Does product design take into account the end-user's opportunities for disposal and is there an instruction for disposal of the product?



What is the environmentally most acceptable way of disposing of the product? What are the end-user's opportunities for disposal? How has the end-user been informed about correct disposal of the product? What are the criteria for a clear and unambiguous instruction for disposal?

Relevance (R)	Fulfillment (F)	Priority (P)
<input checked="" type="radio"/> very important (10) <input type="radio"/> less important (5) <input type="radio"/> not relevant (0)	<input type="radio"/> yes (1) <input type="radio"/> rather yes (2) <input type="radio"/> rather no (3) <input checked="" type="radio"/> no (4)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 40 P = R * F </div>

Measure	Take into account end-user's opportunities for disposal and provide for instructions for disposal <small>REMARK</small>
Idea for Realization	Label adjustment with reference to all parts of material
Costs	<input checked="" type="radio"/> more <input type="radio"/> same <input type="radio"/> less because <input type="text" value="it requires updating of legislation and equipment"/>
Feasibility	<input checked="" type="radio"/> difficult <input type="radio"/> easy because <input type="text" value="it requires increase in time and cost"/>
Action	<input type="radio"/> at once <input checked="" type="radio"/> later <input type="radio"/> never Responsibility <input type="text" value="Design Team"/> Deadline <input type="text"/>

Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν οι εξής:

- Relevance (R): very important (10)
- Fulfillment(F):no (4)

άρα $(10) \times (4) = (40)$, το οποίο υποδηλώνει υψηλή προτεραιότητα για την ομάδα σχεδίασης. Γίνεται κατανοητό ότι με την τελική διάθεση του προϊόντος προς τον καταναλωτή, είναι απαραίτητο να υπάρχει πλήρης ενημέρωση των υλικών που απαρτίζουν το προϊόν, προκειμένου ο καταναλωτής να προβεί στη διαδικασία ανακύκλωσης. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί μέσω της επισήμανσης του προϊόντος-όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα- στην οποία να γίνεται αναφορά του κάθε υλικού ξεχωριστά. Ωστόσο, η διαδικασία αυτή απαιτεί αλλαγή στην επικείμενη νομοθεσία περί επισημάνσεων των μπαταριών, καθώς και διαφοροποίηση του εξοπλισμού και συνεπώς, δεν μπορεί να επιτευχθεί σε άμεσο χρόνο.

Συμπερασματικά, οι λίστες ελέγχου προτείνουν περιβαλλοντικά μέτρα τα οποία εξετάζει η εκάστοτε ομάδα σχεδίασης. Βάσει των αποτελεσμάτων σε κάθε λίστα, γίνεται φανερό ότι υπάρχουν μέτρα τα οποία, ενδεχομένως, να μην αφορούν άμεσα το προϊόν μελέτης. Για αυτό και βαθμολογούνται αναλόγως από την ομάδα σχεδίασης. Τα μέτρα που βαθμολογούνται με βαθμολογίες 30-40, αποτελούν υψηλή προτεραιότητα και πάνω σε αυτά γίνεται η επανασχεδίαση του προϊόντος.

7^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως βασικό της στόχο να αναδείξει αφενός τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μπαταρίας αυτοκινήτου ιόντων-λιθίου μέσω του εργαλείου και αφετέρου τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του εργαλείου κάθε αυτού. Η εν λόγω μπαταρία επιλέχθηκε προς μελέτη, καθώς αποτελεί την μπαταρία με την σημαντικότερη εξέλιξη - τη δεδομένη χρονική στιγμή - στην αγορά. Εξαιτίας της χρήσης αυτής σε ηλεκτρονικές συσκευές και ειδικότερα σε ηλεκτρικά αυτοκίνητα, είναι φτιαγμένη ώστε να αποθηκεύει το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας. Μάλιστα, το ποσοστό αυτό είναι κατά πολύ μεγαλύτερο σε σύγκριση με άλλες μπαταρίες.

Το εργαλείο "Ecodesign Pilot" - χωρισμένο σε δύο μέρη - ανέλυσε από την αρχή το προϊόν, από τα συστατικά του μέχρι το τέλος ζωής του. Στο πρώτο μέρος αυτού, διαπιστώθηκε ότι πρόκειται για ένα προϊόν το οποίο έχει δυνατότητα αυξημένου προσδοκώμενου χρόνου ζωής, λόγω των πολλών κύκλων ζωής του που αγγίζουν τους 500. Καθώς έχει ως βασικό στοιχείο του τον ηλεκτρολύτη, που αποτελεί το βλαβερό υλικό, διαπιστώθηκε ότι ο ηλεκτρολύτης αποτελεί και το μοναδικό στοιχείο της μπαταρίας που δεν μπορεί να εξαχθεί είτε να αντικατασταθεί, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υλικά του προϊόντος και ειδικά όσα φτιάχνονται από χάλυβα ή αλουμίνιο. Επιπλέον, αναφορικά με τις ποσότητες των υλικών μεμονωμένα του προϊόντος, αν και οι ίδιες κατανέμονται σε μικρή αναλογία σε σχέση με τη μάζα της μπαταρίας, δύναται να αποτελέσουν επικίνδυνα υλικά, αν δεν χρησιμοποιηθούν σωστά σε ποσότητα. Ακόμη, η έρευνα κατέδειξε ότι η εν λόγω μπαταρία δεν περιλαμβάνει απαραίτητα τη χρήση συσκευασίας. Άλλωστε, η αγορά εν έτη 2021 αρχίζει και τάσσεται υπέρ της αποφυγής συσκευασίας και αν κρίνεται απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί, θα είναι αποκλειστικά κατά την μεταφορά του προϊόντος. Στην προκειμένη περίπτωση, η συσκευασία χρησιμοποιείται μόνο κατά την μεταφορά του προϊόντος με συγκεκριμένα μέσα διανομής, βάσει επικείμενης νομοθεσίας. Τέλος, το πρώτο μέρος του εργαλείου εξήγαγε το αποτέλεσμα ότι η ομάδα σχεδίασης του προϊόντος πρέπει να εστιάσει σε τρία στάδια, προκειμένου ο επανασχεδιασμός να πληροί τα περιβαλλοντικά κριτήρια.

Όσον αφορά το δεύτερο μέρος του εργαλείου που αποτελείται από τις λίστες ελέγχου, οι ίδιες κατέδειξαν ότι οι βασικές στρατηγικές που πρέπει να ακολουθηθούν, ξεκινούν από την σωστή επιλογή των υλικών και καταλήγουν στην ανακύκλωση των υλικών. Είναι εμφανές ότι, όπως σε όλα τα προϊόντα έτσι και εδώ, εάν η αρχική επιλογή των υλικών βασιστεί σε υλικά περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον και κατανεμημένα σε σωστές ποσότητες, τότε μπορεί να αποφευχθεί οποιαδήποτε εκροή τοξικής ουσίας προς το περιβάλλον. Μέσω της αξιολόγησης οι λίστες ελέγχου βαθμολογήθηκαν βάσει σημασίας για την ομάδα σχεδίασης. Έκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι, το

μεγαλύτερο πρόβλημα στην μπαταρία διαπιστώθηκε στο στάδιο της ανακύκλωσης των υλικών. Παρόλο που αποτελείται από ανακυκλώσιμα υλικά, ανακυκλώνεται ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτών, καθιστώντας το προϊόν λιγότερο φιλικό προς το περιβάλλον.

Η επιλογή της αξιολόγησης του προϊόντος μέσω του Ecodesign Pilot δεν ήταν τυχαία. Αποτελεί ένα εργαλείο αναγνωρισμένο στον τομέα του οικολογικού σχεδιασμού και ιδιαίτερα χρήσιμο σε χρήστες που κατέχουν τις βασικές γνώσεις στον τομέα. Το εργαλείο αυτό αποτελεί το μοναδικό εγχειρίδιο που αξιολογεί μεμονωμένα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος και οδηγεί τον εκάστοτε χρήστη σε αποτελέσματα που θα καταστήσουν το προϊόν φιλικό προς το περιβάλλον. Ωστόσο, η παρούσα διπλωματική έφερε στην επιφάνεια και τα μειονεκτήματα του εργαλείου. Όπως θα παρατηρήσει κανείς, διαβάζοντας την παρούσα μελέτη, το εργαλείο είναι εμπορικά διαθέσιμο ανά πάσα στιγμή στο διαδίκτυο, από το εργαστήριο του Τεχνολογικού Ινστιτούτου του Πανεπιστημίου της Βιέννης. Σε περίπτωση μη διαθεσιμότητας του εργαλείου-όπως συνέβη στην παρούσα μελέτη-το εργαλείο παύει να είναι διαθέσιμο στην ενότητα του Βοηθού, καθιστώντας δύσκολη οποιαδήποτε καταχώριση δεδομένων. Εάν δεν καταχωρηθούν δεδομένα στον Βοηθό, τότε δεν μπορούν να εξαχθούν αποτελέσματα. Επιπλέον, η καταχώριση δεδομένων πραγματοποιείται σε φόρμες οι οποίες δεν διαφέρουν ανάλογα το προϊόν, αλλά παραμένουν σταθερές. Αυτό σημαίνει ότι, ενδέχεται να μην καταχωρηθούν ή κατηγοριοποιηθούν δεδομένα των υλικών, καθώς δεν προσφέρεται σχετική δυνατότητα από το εργαλείο. Το παραπάνω πρόβλημα παρουσιάστηκε τόσο στις φόρμες του Βοηθού όσο και στις λίστες ελέγχου του Πιλότου. Τέλος, το εργαλείο αυτό δίνει τη δυνατότητα καταχώρισης δεδομένων των στερεών υλικών αποκλειστικά, αποκλείοντας έτσι οποιαδήποτε καταχώριση αφορά υγρά υλικά, τύπου ηλεκτρολύτες.

Κλείνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία, βάσει των όσων προέκυψαν από την καταχώριση δεδομένων ο επανασχεδιασμός του προϊόντος αποτελεί μονόδρομο για την βελτίωση της μπαταρίας. Πιο συγκεκριμένα, εφόσον το μεγαλύτερο πρόβλημα της μπαταρίας εντοπίστηκε στην περιορισμένη ανακύκλωση των υλικών του προϊόντος, προτείνεται η αύξηση της ανακύκλωσης, δηλαδή του ποσοστού που εξάγεται προς ανακύκλωση. Μέσω της αύξησης αυτής, το προϊόν θα δύναται να αποσυναρμολογείται με εύκολο τρόπο πληρώντας αφενός τις προδιαγραφές του προϊόντος και αφετέρου, να συντελεί στην συγκέντρωση των υλικών που θα αποτελέσουν την βασική ύλη για νέες μπαταρίες. Ο κλάδος της ανακύκλωσης αποτελεί έναν πολλά υποσχόμενο κλάδο τόσο για την προστασία του οικοσυστήματος, όσο και για το ανθρώπινο δυναμικό που τον απαρτίζει.

Αναφορικά με το εργαλείο “Ecodesign Pilot” βάσει των όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, το εργαλείο χρήζει βελτίωσης. Σε πρώτο στάδιο, η βελτίωση αυτή αφορά ως επί το πλείστον την αναφορά των υγρών στοιχείων ενός προϊόντος, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της καταχώρισης των υγρών στοιχείων στις τάξεις των υλικών που προσφέρονται από το εργαλείο. Με αυτόν τον τρόπο, θα δοθεί η δυνατότητα στον χρήστη να καταχωρεί σχετικά δεδομένα και να τα κατηγοριοποιεί ανάλογα με την προέλευσή τους. Σε δεύτερο στάδιο, η βελτίωση αφορά τα προβλήματα διαθεσιμότητας που αντιμετωπίζει κατά καιρούς το πρόγραμμα στο διαδίκτυο. Καθώς, παραμένουν άγνωστοι οι λόγοι μη διαθεσιμότητας, προτείνεται η μείωση των ημερών όπου το μέρος του προγράμματος δεν είναι εμπορικά διαθέσιμο, με ταυτόχρονη ενημέρωση προς τον χρήστη στην αρχική σελίδα. Οι παραπάνω προτάσεις αναφέρονται, διότι το συγκεκριμένο

εργαλείο αποτελεί ένα άκρως βοηθητικό εργαλείο, το οποίο δύναται να εξάγει αποτέλεσμα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μουσιόπουλος Ν., Μπούρα Α. (1999) Ανάλυση Κύκλου Ζωής, 1-9
- Μάγειρα, Α.(2006), Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής: Εφαρμογή στη βιομηχανία συσκευασίας και τσιμέντου, Μεταπτυχιακή εργασία, τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς & τμήμα Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2-24
- Hauschild M., Rosenbaum, R., and Olsen S. (2017) Life Cycle Assessment, Theory and Practice, 9-17, 67-69, 75-76
- Wolfgang, Wimmer, Rainer, Züst and Lee Kun-Mo (2004) Ecodesign Implementation: A systematic Guidance on Integrating Environmental Considerations into Product Development 2004: Springer

Διαδικτυακές πηγές

- Ε.Ε. Ευρωπαϊκή Ένωση. [online] available at: http://europa.eu/index_el.htm [Πρόσβαση 10 Μαΐου 2021]
- Μπαταρία ιόντων- λιθίου, Wikipedia [online] available at: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CF%80%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%AF%CE%B1_%CE%B9%CF%8C%CE%BD%CF%84%CF%89%CE%BD_%CE%BB%CE%B9%CE%B8%CE%AF%CE%BF%CF%85 [Πρόσβαση 30 Μαρτίου 2021]
- Οικολογικός Σχεδιασμός, Wikipedia [online] available at: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82 [Πρόσβαση 11 Απριλίου 2021]
- European Union Aviation Safety Agency, Dangerous Goods [online] available at: <https://www.easa.europa.eu/domains/passengers/dangerous-goods> [Πρόσβαση 28 Μαΐου]
- https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/product-policy-and-ecodesign_en [Πρόσβαση 2 Ιουνίου 2021]
- <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/ENV204/LCA.pdf> [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2021]
- Kemel, Βιώσιμη Ανάπτυξη [online] available at: <https://www.kemel.gr/library/viosimi-anaptyxi> [Πρόσβαση 8 Απριλίου 2021]
- Life-cycle Assessment, Wikipedia [online] available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Life-cycle_assessment [Πρόσβαση 20 Απριλίου 2021]

- Mitch Jacoby (2019), It's time to get serious about recycling lithium-ion batteries [online] available at: <https://cen.acs.org/materials/energy-storage/time-serious-recycling-lithium/97/i28> [Πρόσβαση 9 Μαΐου 2021]
- Ostad -Ahmad – Ghorabi, H. and Wimmer, W., Tools and Approaches for Innovation Through Ecodesign – Sustainable Product Development, Journal of Mechanical Engineering Design, 8(2),2005: 6-13 [online] available at: http://www.ostad.at/wp-content/uploads/ostad_jmd05.pdf [Πρόσβαση 7 Μαΐου 2021]
- Yu. Xingwen and Manthiram Arumugam, Sustainable Battery Materials for Next-Generation Electrical Energy Storage [online] available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/aesr.202000102> [Πρόσβαση 2 Μαΐου 2021]